TRẦN TRỌNG HƯNG

400 BÀI TOÁN VẬT LÍ 10

(Tái bản, có sửa chữa và bổ sung)

- BAN CƠ BẢN
- BAN KHOA HỌC TỰ NHIÊN

ĐHQG Hà Nội

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

TRẦN TRỌNG HƯNG

400 BÀI TOÁN VẬT LÍ 10

- BAN KHOA HỌC TỰ NHIÊN
- BAN CƠ BẢN

(Tái bản, có sửa chữa và bổ sung)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội

Điện thoại: (04) 39714896; (04) 39724770. Fax: (04) 39714899

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO

Tổng biên tập: PHẠM THỊ TRÂM

Biên tập: NGUYỄN THUỶ

Chế bản: NHÀ SÁCH HỒNG ÂN

Trình bày bìa: NHÀ SÁCH HỒNG ÂN

Đối tác liên kết xuất bản:

NHÀ SÁCH HỒNG ÂN

SÁCH LIÊN KẾT

400 BÀI TOÁN VẬT LÍ 10

Mã số: 1L – 194ĐH2009

In 1000 cuốn, khổ 16 × 24cm tại Công ty TNHH In Bao bì Phong Tân.

Số xuất bản: 600 – 2009/CXB/02 – 98/ĐHQGHN, ngày 18/5/2009.

Quyết định xuất bản số: 194LK-TN/XB.

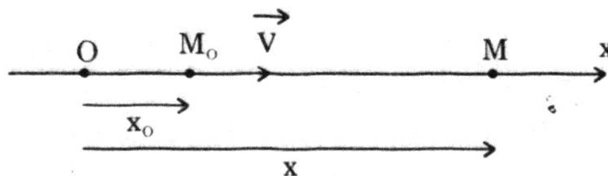
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2009.

Phần I : CƠ HỌC

Chương I ĐỘNG HỌC

§1. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

I. Phương trình của chuyển động thẳng đều



$$x = x_o + V_x(t - t_o)$$

- Thường chọn gốc thời gian là lúc bắt đầu khảo sát chuyển động ($t_o = 0$) thì :

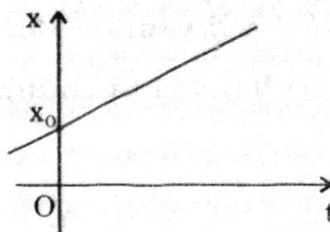
$$x = x_o + V_x.t$$

II. Độ dời và đường đi

- Độ dời : $\vec{S} = \overrightarrow{M_oM}$
- Đường đi : $S_x = x - x_o = V_x(t - t_o)$

$$S = V(t - t_o)$$

III. Đồ thị tọa độ theo thời gian : là một đường thẳng



LẬP PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG - ĐỊNH VỊ TRÍ VÀ THỜI ĐIỂM HAI VẬT GẶP NHAU

1 Lúc 6 giờ một ô tô xuất phát từ A đi về B với vận tốc 60km/h và cùng lúc một ô tô khác xuất phát từ B về A với vận tốc 50km/h. A và B cách nhau 220km.

a) Lấy AB làm trục tọa độ, A là gốc tọa độ, chiều dương từ A đến B và gốc thời gian là lúc 6 giờ, lập phương trình chuyển động của mỗi xe.

b) Xác định vị trí và thời gian hai xe gặp nhau.

Giải

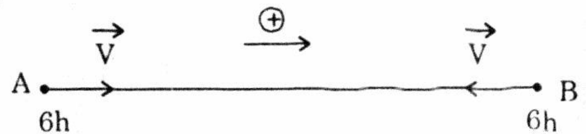
a) Phương trình chuyển động của mỗi xe :

Phương trình chuyển động tổng quát : $x = x_o + V_x(t - t_o)$

• Xe A $\begin{cases} x_o = 0 \\ V_x = V_1 = 60\dfrac{km}{h} \\ t_o = 0 \end{cases}$ nên : $x_1 = 60t\,(km)$

• Xe B $\begin{cases} x_o = \overline{AB} = 220km \\ V_x = -V_2 = -50\dfrac{km}{h} \\ t_o = 0 \end{cases}$ nên : $x_2 = 220 - 50t\,(km)$

b) Vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau :



• Khi gặp nhau : $x_1 = x_2$

$60t = 220 - 50t \Rightarrow t = 2\ (h)$

Vậy hai xe gặp nhau lúc 8h.

• Thay t = 2h vào phương trình x_1 : $x_1 = 60 \times 2 = 120\ (km)$

Vậy : Hai xe gặp nhau cách A 120km về phía B.

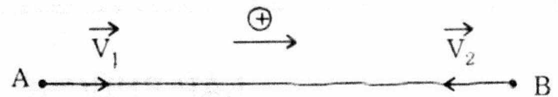
XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ VÀ THỜI ĐIỂM 2 XE KHI BIẾT KHOẢNG CÁCH CỦA CHÚNG

2 Lúc 8 giờ một ô tô khởi hành từ A đi về B với vận tốc 12m/s. Năm phút sau một xe khởi hành từ B về A với vận tốc 10m/s. Biết AB = 10,2km.

Xác định thời điểm và vị trí hai xe khi chúng cách nhau 4,4km.

Giải

Chọn
+ Trục tọa độ trùng với đường AB
+ Gốc tọa độ ở A
+ Chiều dương từ A → B
+ Gốc thời gian lúc 8 giờ.



Phương trình tọa độ tổng quát : $x = x_o + V_x(t - t_o)$

• Xe A $\begin{cases} x_o = 0 \\ V_x = V_1 = 12m/s \\ x_o = 0 \end{cases}$ nên : $x_1 = 12t\ (m)$

• Xe B $\begin{cases} x_o = \overline{AB} = 10200m \\ V_x = -V_2 = -10m/s \\ t_o = 300s \end{cases}$ nên : $x_2 = 10200 - 10(t - 300)$

$x_2 = 13200 - 10t$ (m) (với $t \geq 300s$)

a) Hai xe cách nhau 4,4km trước khi gặp nhau :

$x_2 - x_1 = 4400 \Rightarrow 13200 - 10t - 12t = 4400$

$t = 400s = 6$ phút 40s.

Lúc đó là 8h 6 phút 40s.

Thế t = 400s vào x_1 và x_2 : $x_1 = 12.400 = 4800$ (m)

$x_2 = 13200 - 10.400 = 9200$ (m).

b) Hai xe cách nhau 4,4km sau khi gặp nhau :

$x_1 - x_2 = 4400 \Rightarrow 12t - (13200 - 10t) = 4400$

$t = 800s = 13$ phút 20s

Lúc đó là : 8h 13 phút 20s.

Thế t = 800s vào x_1 và x_2 : $x_1 = 12.800 = 9600$ (m)

$x_2 = 13200 - 10800 = 5200$ (m).

XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ VÀ THỜI ĐIỂM GẶP NHAU BẰNG ĐỒ THỊ

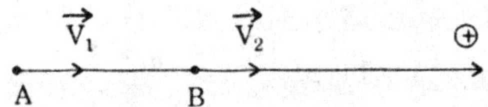
3 Người đi xe đạp khởi hành ở A và người đi bộ khởi hành ở B cùng lúc và đi theo hướng từ A → B. Vận tốc người đi xe đạp là $V_1 = 12km/h$, người đi bộ là $V_2 = 5km/h$. Biết AB = 14km.

a) Họ sẽ gặp nhau sau khi khởi hành bao lâu và cách B bao nhiêu km ?

b) Tìm lại kết quả bằng đồ thị.

Giải

Chọn
- Trục tọa độ trùng với đường AB
- Gốc tọa độ ở B
- Chiều dương từ A → B
- Gốc thời gian là lúc khởi hành.



Phương trình chuyển động : $x = x_o + V_x(t - t_o)$

Xe A $\begin{cases} \bullet\ x_o = \overline{BA} = -14km \\ \bullet\ V_x = V_1 = 12km/h \\ \bullet\ t_o = 0 \end{cases}$ nên $x_1 = -14 + 12t$ (km)

Xe B $\begin{cases} \bullet\ x_o = 0 \\ \bullet\ V_x = V_1 = 5km/h \\ \bullet\ t_o = 0 \end{cases}$ nên $x_2 = 5t$ (km)

a) Thời gian và vị trí gặp nhau :

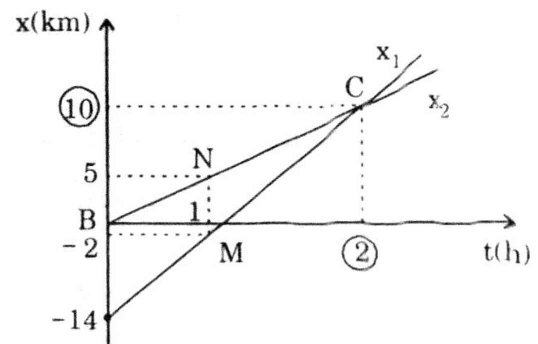
Gặp nhau : $x_1 = x_2 \Rightarrow -14 + 12t = 5t \Rightarrow t = 2$ (h)

thay t = 2h vào phương trình x_1 : $x_1 = -14 + 12 \times 2$

$x_1 = 10$ (km)

Họ gặp nhau sau khi khởi hành 2 giờ và cách B 10km.

b) Đồ thị :



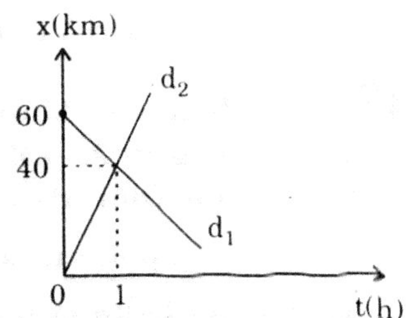
Đồ thị của x_1 là đường thẳng qua A(t = 0; x = −14) và M(t = 1; x = −2)

Đồ thị của x_2 là đường thẳng qua gốc tọa độ và N(t = 1; x = 5)

Hai đồ thị cắt nhau ở C (t = 2h; x = 10km).

DỰA VÀO ĐỒ THỊ TỌA ĐỘ LẬP PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG

4 Đồ thị chuyển động của hai xe được biểu diễn như hình vẽ.

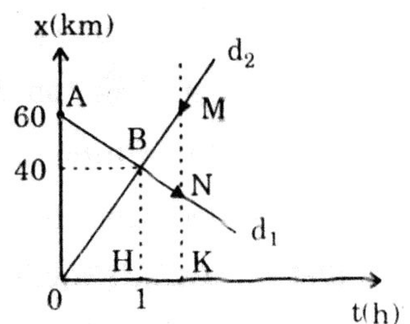


a) Lập phương trình chuyển động của mỗi xe.

b) Dựa trên đồ thị xác định thời điểm hai xe cách nhau 30km sau khi gặp nhau.

Giải

a) Phương trình chuyển động mỗi xe :



- Xe 1 : $x = x_o + V_x.t$ (1)

  Đồ thị qua A(t = 0; x = 60) và B(t = 1; x = 40)

  $(1) \Rightarrow \begin{cases} 60 = x_o + 0 \\ 40 = x_o + V_x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_o = 60 \\ V_x = -20 \end{cases}$

  Vậy : $x_1 = 60 - 20t$ (km)

- Xe 2 : $x = V_x.t$

  Đồ thị qua B(t = 1; x = 40) nên : $40 = V_x.1 \Rightarrow V_x = 40$

  Vậy : $x_2 = 40t$ (km).

b) Thời điểm hai xe cách nhau 30km sau khi gặp nhau :

- Kẻ một đường thẳng song song với trục tung (ứng với t > 1h) cắt hai đồ thị tại M và N.

  Có MN = $x_2 - x_1$ chính là khoảng cách hai xe ở cùng thời điểm t > 1h

- Do $\Delta BMN \backsim \Delta BOA$ nên :

$$\frac{HK}{HO} = \frac{MN}{OA} = \frac{30km}{60km} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad HK = \frac{HO}{2} = 0,5(h)$$

Vậy hai xe cách nhau 30km lúc 0,5h (sau khi gặp nhau).

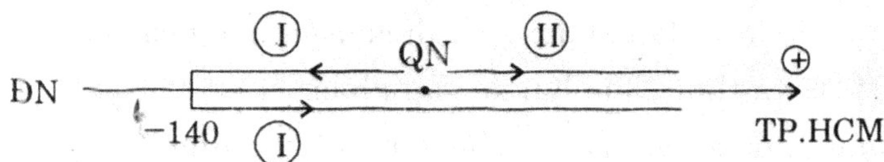
ĐỒ THỊ TỌA ĐỘ CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

5 **Lúc 6 giờ sáng hai ô tô cùng khởi hành tại Quảng Ngãi : xe thứ nhất đi về hướng Đà Nẵng với vận tốc 70km/h, xe thứ hai đi về hướng TP. Hồ Chí Minh với vận tốc 40km/h. Đến 8h xe thứ nhất dừng lại nghỉ 30 phút rồi chạy lại đuổi theo xe thứ hai với vận tốc cũ. Coi chuyển động hai xe là thẳng đều.**

a) Vẽ đồ thị tọa độ của hai xe trên cùng một hệ trục tọa độ.

b) Xác định vị trí và lúc gặp nhau của hai xe.

Giải

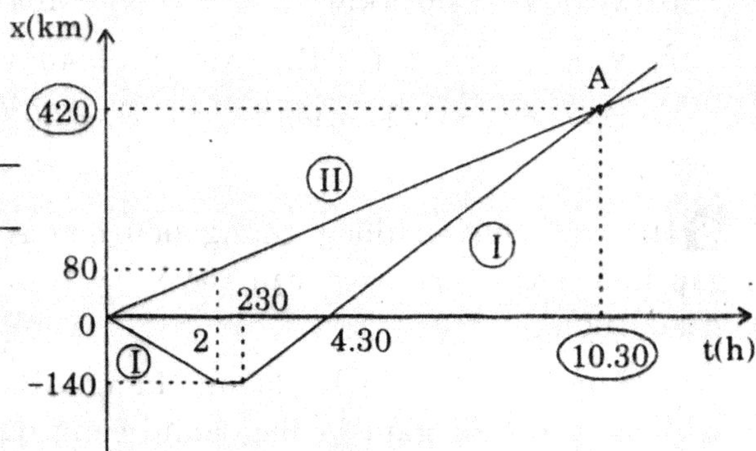


Chọn :
- Trục tọa độ là đường thẳng nối QN – TP.HCM
- Gốc tọa độ ở QN
- Chiều dương từ QN → TP.HCM
- Gốc thời gian : lúc 6 giờ

a) Vẽ đồ thị tọa độ :

Bảng giá trị :

t (h)	0	2	2.30	4.30
x_1 (km)	0	–140	–140	0
x_2 (km)	0	80	100	180



b) Vị trí và lúc gặp nhau :

Giao điểm A của hai đồ thị là tọa độ hai xe gặp nhau :

+ Hai xe gặp nhau lúc 6h + 10.30 = 16.30h (tức 4h 30 chiều)

+ Cách QN 420km.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

6 Lúc 6 giờ sáng một người đi xe đạp đi từ tỉnh A về phía tỉnh B với vận tốc 12km/h.

– Lập phương trình chuyển động của xe đạp.

– Người ấy đến B lúc mấy giờ, biết AB = 18km.

Coi chuyển động của xe là thẳng đều.

Hướng dẫn

– Chọn :
- Trục tọa độ là đường thẳng AB
- Chiều dương từ A → B
- Gốc tọa độ ở A
- Gốc thời gian : lúc 6 giờ.

Thì x = 12t (km)

– $x_B = 12t_B = 18 \Rightarrow t_B = 1,5h$: lúc 7h 30.

7 Hai người đi mô tô xuất phát cùng lúc tại hai điểm A và B cách nhau 10km, chuyển động cùng chiều theo hướng từ A → B. Vận tốc người xuất phát từ A là 50km/h và người từ B là 40km/h. Coi chuyển động của họ là thẳng đều.

a) Chọn gốc tọa độ là B, lập phương trình chuyển động của mỗi xe.

b) Xác định vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau.

c) Quãng đường đi được của mỗi xe cho đến khi gặp nhau.

Hướng dẫn

Chọn thêm :
- Trục tọa độ là đường thẳng AB
- Chiều dương từ A → B
- Gốc thời gian là lúc xuất phát.

a) $x_1 = -10 + 50t$ (km); $x_2 = 40t$ (km)

b) $x_1 = x_2 \Rightarrow t = 1h$ và $x = 40km$

c) $S = |Sx| = V.T$ nên : $S_1 = 50 \times 1 = 50km$

$S_2 = 40 \times 1 = 40km$.

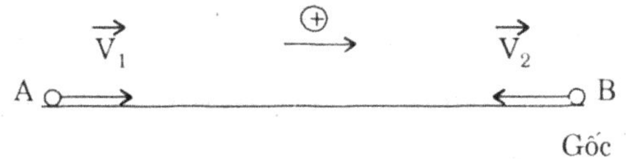
8 Hai vật chuyển động thẳng đều qua A và B cùng lúc, ngược chiều để gặp nhau. Vật qua A có vận tốc $V_1 = 10m/s$, qua B có vận tốc $V_2 = 15m/s$. AB = 100m.

a) Lấy trục tọa độ là đường thẳng AB, gốc tọa độ ở B, chiều dương từ A → B, gốc thời gian là lúc chúng cùng qua A và B, hãy lập phương trình chuyển động của mỗi vật.

b) Xác định vị trí của thời điểm chúng gặp nhau.

c) Xác định vị trí và thời điểm chúng cách nhau 25m.

Hướng dẫn



a) $x_1 = -100 + 10t$ (m)

$x_2 = -15t$ (m)

b) Gặp nhau : $x_1 = x_2$

$\Rightarrow t = 4s$ và $x = -60m$ (cách B 60m)

c) Cách nhau 25m :

- $x_1 - x_2 = 25 \Rightarrow t = 5s;\ x_1 = -50m;\ x_2 = -75m$
- $x_2 - x_1 = 25 \Rightarrow t = 3s;\ x_1 = -70m;\ x_2 = -45m.$

9 Lúc 6 giờ một ôtô chạy từ Quảng Ngãi vào TP. Hồ Chí Minh với vận tốc 40km/h. Đến 8h ôtô dừng lại nghỉ 30 phút, sau đó tiếp tục chuyển động với cùng vận tốc.

Lúc 7 giờ một ôtô khác cũng khởi hành từ Quảng Ngãi với vận tốc 50km/h để chạy vào TP.HCM. Coi chuyển động của hai xe là thẳng đều.

a) Với cùng gốc tọa độ và cùng gốc thời gian, hãy viết phương trình chuyển động của mỗi xe.

b) Tìm thời điểm và vị trí hai xe gặp nhau.

Hướng dẫn

Chọn :
- Trục tọa độ là đường chuyển động
- Gốc tọa độ ở QN
- Gốc thời gian là lúc 6 giờ
- Chiều dương : QN → TP.HCM

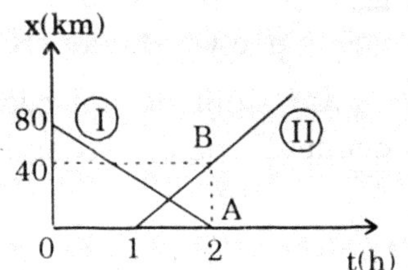
a) Xe 1 $\begin{cases} x_1 = 40t\,(km);\ 0 \le t \le 2h \\ x_1' = 80 + 40(t - 2,5)\,(km);\ t \ge 2,5h \end{cases}$

Xe 2 $x_2 = 50(t - 1)$ (km); $t \ge 1h$

b) Gặp nhau : $x_1 = x_2 \Rightarrow t = 5h > 2(h)$ ∴ loại

và : $x_1' = x_2 \Rightarrow t = 3h$ (lúc 9h) tọa độ : $x = 100$ (km).

10 Đồ thị của hai xe như hình vẽ.



a) Lập phương trình chuyển động của mỗi xe.

b) Nêu đặc điểm chuyển động của mỗi xe (vị trí khởi hành, chiều chuyển động, độ lớn vận tốc).

Hướng dẫn

a) • Xe 1 : $x_1 = x_0 + V_x.t$ với $x_0 = 80km$

Qua A : $0 = 80 + V_x.2 \Rightarrow V_x = -40$

nên : $x_1 = 80 - 40t$ (km) với $0 \le t \le 2(h)$

- Xe 2 : $x_2 = x_o + V_x(t - 1)$ với $x_o = 0$

  Qua B : $40 = 0 + V_x$ $\Rightarrow$ $V_x = 40$

  nên : $x_2 = 40(t - 1)$ (km) với $t \geq 1$(h).

b) Đặc điểm :

Xe 1
- Bắt đầu khởi hành cách O 80km
- Đi theo chiều âm ($V_x < 0$)
- Vận tốc V = 40km/h

Xe 2
- Bắt đầu khởi hành ở gốc O
- Đi theo chiều dương ($V_x > 0$)
- Vận tốc V = 40km/h.

11 Một người đi mô tô khởi hành từ A lúc 6 giờ để đến B lúc 8 giờ, sau đó nghỉ 30 phút rồi quay trở lại A đúng 10 giờ.

Biết AB = 60km và coi chuyển động trong mỗi lượt đi và về là thẳng đều.

a) Viết phương trình chuyển động của người ấy.

b) Vẽ đồ thị tọa độ.

Hướng dẫn

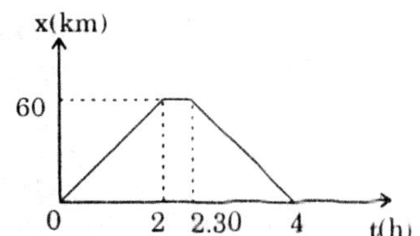
Chọn
- Trục tọa độ là đường AB
- Gốc tọa độ ở A
- Chiều dương từ A → B
- Gốc thời gian là lúc 6 giờ.

a) Phương trình :

Lượt đi : $x_1 = 30t$ (km) với $0 \leq t \leq 2h$

Lượt về : $x_2 = 60 - 40(t - 2,5)$ (km)

Với $t \geq 2,5h$



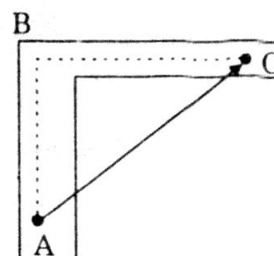
b) Đồ thị : (hình bên).

12 Một ô tô chạy được 600m trên đường chính, sau đó rẽ vào một đường nhỏ vuông góc với đường chính và đi thêm 800m nữa rồi dừng lại.

Xác định độ dời của ôtô trên hình vẽ, tính giá trị của độ dời và quãng đường đi của ôtô trong trường hợp trên.

Hướng dẫn

- Độ dời là $\overrightarrow{AC}$
- AC = 1000m
- S = AB + BC = 1400m



§2. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

I. Vận tốc trung bình : $V_{tb} = \dfrac{S_1 + S_2 + \ldots}{t_1 + t_2 + \ldots}$

II. Công thức về chuyển động thẳng biến đổi đều

+ $a_x = \dfrac{V_x - V_{ox}}{t}$ $(t_o = 0)$

+ $V_x = V_{ox} + a_x.t$

+ $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2a_x.S_x$

+ $x = x_o + V_{ox}.t + \dfrac{1}{2}a_x.t^2$

+ $S = |S_x| = |V_{ox}.t + \dfrac{1}{2}a_x.t^2|$

III. Chuyển động rơi tự do

+ $V_x = V_{ox} + g_x.t$

+ $x = x_o + V_{ox}.t + \dfrac{1}{2}g_x.t^2$

+ $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2g_x.S_x$

Loại 1 : ***VẬN TỐC TRUNG BÌNH***

TÍNH VẬN TỐC TRUNG BÌNH

13 Một người đi xe đạp chuyển động thẳng đều, đi một nửa quãng đường đầu với vận tốc V_1 = 10km/h, nửa quãng đường còn lại với vận tốc V_2 = 15km/h. Tính vận tốc trung bình của người ấy trên cả quãng đường.

Giải

+ Thời gian để đi hết nửa quãng đường $S_1 = \dfrac{S}{2}$ là :

$$t_1 = \frac{S_1}{V_1} = \frac{S}{2V_1}.$$

+ Thời gian để đi hết nửa quãng đường còn lại $S_2 = \dfrac{S}{2}$ là :

$$t_2 = \frac{S_2}{V_2} = \frac{S}{2V_2}.$$

+ Vận tốc trung bình trên cả đoạn đường S là :

$$V = \frac{S}{t} = \frac{S}{t_1 + t_2} = \frac{S}{\frac{S}{2V_1} + \frac{S}{2V_2}} = \frac{2V_1V_2}{V_1 + V_2} = \frac{2.10.15}{10 + 15} = 12 \text{ (km/h)}.$$

14 **Một ôtô chuyển động từ A → B. Một nửa thời gian đầu vận tốc ôtô là V_1 = 40km/h, một nửa thời gian còn lại vận tốc ôtô là V_2 = 60km/h. Tính vận tốc trung bình trên cả quãng đường AB.**

Giải

+ Quãng đường đi được trong nửa thời gian đầu $t_1 = \frac{t}{2}$:

$$S_1 = V_1.t_1 = V_1.\frac{t}{2}$$

+ Quãng đường đi được trong một nửa thời gian sau $t_2 = \frac{t}{2}$

$$S_2 = V_2.t_2 = V_2.\frac{t}{2}$$

+ Vận tốc trung bình trên cả quãng đường AB :

$$V_{tb} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{V_1.\frac{t}{2} + V_2.\frac{t}{2}}{t_1 + t_2} = \frac{V_1.t + V_2.t}{2.t} = \frac{V_1 + V_2}{2} = 50 \text{ (km/h)}.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

15 Một ôtô chạy liên tục trong 3 giờ. Trong 2 giờ đầu vận tốc là V_1 = 80km/h, trong giờ sau vận tốc là V_2 = 50km/h. Tính vận tốc trung bình trong suốt thời gian chuyển động.

ĐS : $V_{tb} = \frac{V_1t_1 + V_2t_2}{t_1 + t_2} = 70\frac{km}{h}$.

16 Một xe máy đi trên nửa đoạn đường đầu tiên là V_1 = 50km/h, trên nửa đoạn sau với vận tốc V_2 = 30km/h. Tính vận tốc trung bình trên cả đoạn đường.

ĐS : $V_{tb} = \frac{2V_1V_2}{V_1 + V_2} = 37,5\frac{km}{h}$.

17 Một người đi xe đạp trên một đoạn đường thẳng AB. Trên $\frac{1}{3}$ đoạn đường

đầu đi với vận tốc $V_1 = 20km/h$, $\frac{1}{3}$ đoạn đường giữa đi với vận tốc $V_2 = 15km/h$ và $\frac{1}{3}$ đoạn đường cuối với vận tốc $V_3 = 10km/h$. Tính vận tốc trung bình của xe đạp trên cả đoạn đường AB.

ĐS : $V_{tb} = \frac{3V_1V_2V_3}{V_1V_2 + V_2V_3 + V_3V_1} = 18\frac{km}{h}$.

18 Một ô tô chuyển động với vận tốc $V_1 = 80km/h$ trên nửa đoạn đường đầu tiên (AI). Nửa thời gian đầu để đi đoạn đường còn lại (IB) với vận tốc $V_2 = 60km/h$ và nửa thời gian sau đi với vận tốc $V_3 = 40km/h$. Tính vận tốc trung bình trên cả quãng đường AB.

Hướng dẫn

+ Thời gian đi nửa quãng đường đầu là : $t_1 = \frac{S}{2V_1}$

+ Gọi t_2 là thời gian đi nửa quãng đường sau thì :

$$S_2 = V_2.\frac{t_2}{2} \quad \text{và} \quad S_3 = V_3.\frac{t_2}{2}$$

Với : $\frac{S}{2} = S_2 + S_3 = (V_2 + V_3)\frac{t_2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{S}{V_2 + V_3}$

+ $V_{tb} = \frac{S}{t_1 + t_2} = \frac{S}{\frac{S}{2V_1} + \frac{S}{V_2 + V_3}} = \frac{2V_1(V_2 + V_3)}{2V_1 + V_2 + V_3} \approx 61,5\frac{km}{h}$.

Loại 2 : SỬ DỤNG CÁC CÔNG THỨC

+ $a_x = \frac{V_x - V_{ox}}{t}$

+ $V_x = V_{ox} + a_x.t$.

+ $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2a_x.S_x$

+ $S_x = \frac{1}{2}a_x.t^2 + V_{ox}.t$

+ $S = |S_x|$

* *Chú ý :* Chuyển động nhanh dần đều thì $\vec{a}$ và $\vec{V}$ cùng hướng, chuyển động chậm dần đều thì $\vec{a}$ và $\vec{V}$ ngược hướng.

ÁP DỤNG : $a_x = \dfrac{V_x - V_{ox}}{t}$ và $S_x = \dfrac{1}{2}a_x.t^2 + V_{ox}.t$

19 **Một đoàn tàu đang chạy với vận tốc 54km/h thì hãm phanh. Sau đó đi thêm 125m nữa thì dừng hẳn. Hỏi 5s sau lúc hãm phanh, tàu ở chỗ nào và đang chạy với vận tốc là bao nhiêu ?**

Giải

Chọn
- Chiều dương là chiều chuyển động
- Gốc thời gian là lúc hãm phanh

\+ Gia tốc : $a_x = \dfrac{V_x^2 - V_{ox}^2}{2S_x}$



Với
- $V_x = 0$ (dừng lại)
- $V_{ox} = 54\dfrac{km}{h} = 15m/s$
- $S_x = 125m$

Được : $a_x = \dfrac{0 - 15^2}{2.125} = -0{,}9m/s^2$

$a_x < 0$ tức $\vec{a}$ ngược chiều chuyển động (chậm dần đều)

\+ Vận tốc sau 5s : $V_x = V_{ox} + a_x.t = 15 + (-0{,}9) \times 5 = 10{,}5m/s$

\+ Độ dài : $S_x = \dfrac{1}{2}a_x.t^2 + V_{ox}.t = \dfrac{1}{2}(-0,9)(5)^2 + 15.5 = 63{,}75$ (m)

Sau 5s xe cách chỗ hãm phanh 63,75m.

TÍNH QUÃNG ĐƯỜNG ĐI

20 **Chứng minh rằng trong chuyển động nhanh dần đều với vận tốc ban đầu bằng không, quãng đường đi được trong những khoảng thời gian bằng nhau liên tiếp thì tỉ lệ với những số lẻ liên tiếp 1, 3, 5, 7...**

Giải

- $S_1 = \dfrac{1}{2}at^2 \Rightarrow \dfrac{S_1}{1} = \dfrac{1}{2}at^2$ (1)



- $S_1 + S_2 = \dfrac{1}{2}a(2t)^2$

$\Rightarrow S_2 = \dfrac{4}{2}at^2 - \dfrac{1}{2}at^2 = \dfrac{3}{2}at^2 \Rightarrow \dfrac{S_2}{3} = \dfrac{1}{2}at^2$ (2)

- $S_1 + S_2 + S_3 = \dfrac{1}{2}a(3t)^2 \Rightarrow S_2 = \dfrac{9}{2}at^2 - \dfrac{4}{2}at^2 = \dfrac{5}{2}at^2$

$\Rightarrow \dfrac{S_3}{5} = \dfrac{1}{2}at^2$ (3)

. . . . .

(1), (2), (3) ... cho : $\frac{S_1}{1} = \frac{S_2}{3} = \frac{S_3}{5} = ...$

hay các quãng đường S_1, S_2, ... tỉ lệ với các số nguyên 1, 3, 5, 7...

TÍNH QUÃNG ĐƯỜNG ĐI VÀ VẬN TỐC

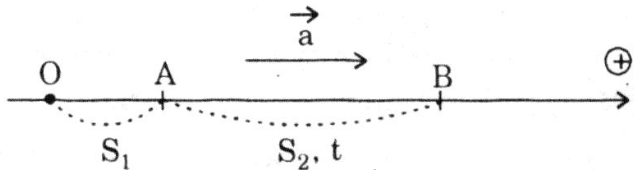
21 **Một xe ôtô khởi hành từ O với vận tốc bằng 0 và sau đó chuyển động nhanh dần đều lần lượt qua A và B. Biết AB = 437,5m, thời gian từ A đến B là 25s và vận tốc tại B là 30m/s. Tìm vận tốc lúc xe qua A và quãng đường OA.**

Giải

Với chiều dương là chiều chuyển động : $V_x > 0$

Và chuyển động nhanh dần đều : $a_x > 0$ nên quãng đường :

$$S_2 = \frac{1}{2}at^2 + V_A.t$$



$$437,5 = \frac{1}{2}a(25)^2 V_A.5$$

$$17,5 = 12,5a + V_A \qquad (1)$$

Và : $V_B = a.t + V_A \Rightarrow 30 = a.25 + V_A$ (2)

(2) – (1) $\Rightarrow$ $12,5 = 12,5a \Rightarrow a = 1\ (m/s^2)$

(2) $\Rightarrow$ $V_A = 5\ (m/s^2)$

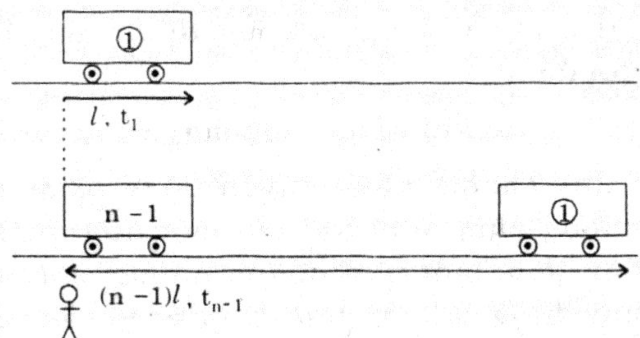
Xét đoạn đường OA : $V_A^2 - 0^2 = 2a.S_1 \Rightarrow S_1 = \frac{V_A^2}{2a} = \frac{5^2}{2.1} = 12,5\ (m).$

TÍNH THỜI GIAN TOA TÀU ĐI QUA TRƯỚC MẶT MÌNH

22 **Một người đứng ở sân ga nhìn ngang đầu toa thứ nhất của một đoàn tàu bắt đầu chuyển bánh. Thời gian toa thứ nhất qua trước mặt người ấy là t_1 = 6s. Hỏi toa thứ 9 đi qua trước mặt người ấy trong bao lâu ? Biết rằng đoàn tàu chuyển động nhanh dần đều, chiều dài các toa bằng nhau và khoảng hở giữa hai toa không đáng kể.**

Giải

+ Khi toa đầu tiên đi qua trước mặt mình thì đầu toa này đã đi được : $l = \frac{1}{2}at_1^2$ (1)



+ Khi (n – 1) toa đầu tiên đi qua trước mặt mình trong thời gian t_{n-1} thì toa đầu tiên đi

được : $(n-1)l = \frac{1}{2}at_{n-1}^2$ (2)

+ Tương tự cho n toa đầu tiên : $n.l = \frac{1}{2}at_n^2$ (3)

+ $\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \frac{t_{n-1}^2}{t_1^2} = n-1 \Rightarrow t_{n-1} = \sqrt{n-1} \times t_1$

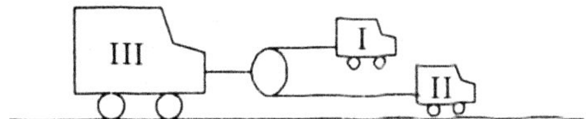
và $\frac{(3)}{(1)} \Rightarrow \frac{t_n^2}{t_1^2} = n \Rightarrow t_n = \sqrt{n}.t_1$

+ Thời gian để toa thứ n đi qua trước mặt mình :

$$\Delta t = t_n - t_{n-1} = (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})t_1 = 1{,}032\,(s).$$

TÍNH GIA TỐC CỦA XE ĐƯỢC KÉO BỞI HAI XE KHÁC

23 Một ô tô tải được kéo bởi ôtô con thông qua ròng rọc như hình vẽ. Biết gia tốc hai ôtô con là $a_1 = 1m/s^2$ và $a_2 = 2m/s^2$. Hãy xác định gia tốc a_3 của xe tải.



Giải

Gọi V_1, V_2, V_3 lần lượt là vận tốc của ba xe ở cùng một thời điểm.

Quãng đường đi được của mỗi xe trong thời gian t tiếp sau đó :

$$S_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 + V_1t\,; \quad S_2 = \frac{1}{2}a_2t^2 + V_2t\,; \quad S_3 = \frac{1}{2}a_3t^2 + V_3t$$

Mà : $S_3 = \frac{S_1 + S_2}{2} \Rightarrow 2S_3 = S_1 + S_2$

$$a_3t^2 + 2V_3t = \frac{1}{2}(a_1 + a_2)t^2 + (V_1 + V_2)t$$

Vì đẳng thức này thỏa cho mọi t nên : $a_3 = \frac{a_1 + a_2}{2} = 1{,}5m/s^2$.

TÌM KHOẢNG THỜI GIAN CHUYỂN ĐỘNG CỦA THANG MÁY.

24 Chuyển động của một thang máy khi hoạt động coi là chuyển động biến đổi đều.

a) Hỏi khi nào thang máy có gia tốc hướng lên ? Hướng xuống ?

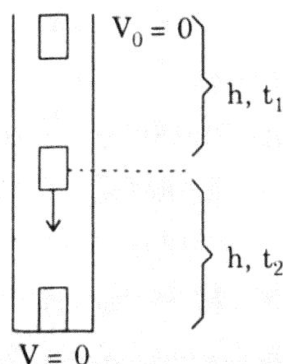
b) Thang máy chuyển động từ mặt đất xuống một giếng sâu 196m. Khi xuống cũng như khi lên một nửa quãng đường đầu nó chuyển động nhanh dần đều, một nửa quãng đường sau nó chuyển động chậm dần đều cho tới khi dừng lại. Độ lớn của các gia tốc này đều bằng nhau và bằng $0{,}98m/s^2$.

Tìm khoảng thời gian chuyển động của thang máy từ mặt đất xuống đáy giếng.

Giải

a) Tính chất chuyển động của thang máy :

- Ta biết rằng :
  - Chuyển động nhanh dần đều thì $\vec{a}$ và $\vec{V}$ cùng hướng.
  - Chuyển động chậm dần đều thì $\vec{a}$ và $\vec{V}$ ngược hướng.
- Vậy :
  - Để gia tốc hướng lên thì :
    + Hoặc thang máy đi lên nhanh dần đều ($\vec{a}$ cùng hướng $\vec{V}$)
    + Hoặc thang máy đi xuống chậm dần đều ($\vec{a}$ ngược hướng $\vec{V}$)
  - Để gia tốc hướng xuống thì :
    + Hoặc thang máy đi xuống nhanh dần đều.
    + Hoặc thang máy đi lên chậm dần đều.



b) Thời gian chuyển động của thang máy :

- Nửa đoạn đường đầu :

  + $h = \frac{1}{2}at_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 98}{0,98}} = 10\sqrt{2}$ s

  + $V_1 = a.t_1$

- Nửa đoạn đường sau : $V = V_1 - at_2$

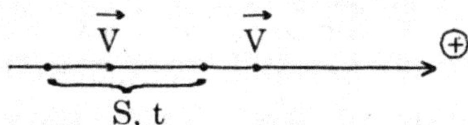
  $0 = at_1 - at_2 \Rightarrow t_2 = t_1 = 10\sqrt{2}$ s

  Vậy : $t = t_1 + t_2 = 20\sqrt{2} \approx 28,28$s .

VẬN TỐC TRUNG BÌNH CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

25 Một vật chuyển động thẳng biến đổi đều. Tính vận tốc trung bình giữa hai thời điểm chúng có vận tốc tức thời là V_o và V.

Giải



+ Có : $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2a_x.S_x$

  Chọn chiều dương là chiều chuyển động thì :

  $V_x = V; \quad V_{ox} = V_o; \quad S_x = S$ nên : $V^2 - V_o^2 = 2a_x.S$

  $\Rightarrow S = \frac{V^2 - V_o^2}{2a_x}$ (1) Và $a_x = \frac{V - V_o}{t}$ (2)

(1) và (2) cho : $S = \dfrac{V^2 - V_o^2}{2.\dfrac{V - V_o}{t}} = \dfrac{V + V_o}{2} \times t$

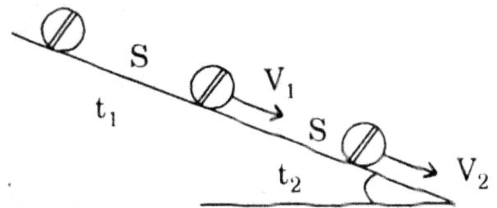
+ Vận tốc trung bình : $\boxed{V_{tb} = \dfrac{S}{t} = \dfrac{V + V_o}{2}}$.

LIÊN QUAN GIỮA THỜI GIAN CHUYỂN ĐỘNG TRÊN HAI ĐOẠN ĐƯỜNG BẰNG NHAU

26 Một viên bi được thả lăn không ma sát trên mặt phẳng nghiêng với vận tốc đầu bằng không. Thời gian lăn trên đoạn đường S đầu tiên là t_1 = 1s. Hỏi thời gian viên bi lăn trên đoạn đường cũng bằng S tiếp theo. Biết rằng chuyển động của viên bi là nhanh dần đều.

Giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động



- $V_1 = at_1$; $V_2 = a(t_1 + t_2)$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{t_1 + t_2}{t_1} = 1 + \frac{t_2}{t_1} \quad (1)$$

- Mà : $V_1^2 = 2a.S$; $V_2^2 = 4a.S$

$$\frac{V_2^2}{V_1^2} = 2 \quad \Rightarrow \quad \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{2} \quad (2)$$

- (1) và (2) cho : $1 + \dfrac{t_2}{t_1} = \sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{t_2}{t_1} = \sqrt{2} - 1$

Với t_1 = 2s thì : $t_2 = 2(\sqrt{2} - 1) \approx 0{,}828$ (s).

CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU VÀ BIẾN ĐỔI ĐỀU CÙNG LÚC CÙNG VẬN TỐC

27 Ô tô thứ I chuyển động từ A về B mất hai giờ. Trong nửa đoạn đường đầu vận tốc là V_1 = 40km/h, trong nửa đoạn đường còn lại vận tốc V_2 = 60km/h (trên mỗi đoạn coi như chuyển động thẳng đều). Cùng lúc ô tô thứ I qua A, ô tô thứ II chuyển động nhanh dần đều khởi hành tại A cũng đi về B.

a) Gia tốc a của xe thứ II bằng bao nhiêu để trên đoạn đường AB không có lúc nào chúng cùng vận tốc.

b) Gia tốc a của xe thứ II bằng bao nhiêu thì hai xe có cùng vận tốc trung bình. Trong trường hợp này, thời điểm nào hai ô tô có cùng vận tốc.

Giải

a) Gia tốc xe II, để trên AB hai xe không cùng lúc cùng vận tốc:

Lấy gốc thời gian là lúc hai xe cùng qua A.

• Đối với ô tô I :

+ Vận tốc trung bình : $V_{tb} = 2\dfrac{V_1V_2}{V_1 + V_2}$ (xem bài 31)

$$= 2.\frac{40 \times 60}{40 + 60} = 48\frac{km}{h}.$$

+ $S = AB = V_{tb} \times t = 96$ (km)

+ Thời gian ôtô I đi $\dfrac{S}{2}$ đầu : $t_1 = \dfrac{S/2}{V_1} = \dfrac{48}{40} = 1{,}2h$

• Đối với ô tô II :

+ Vận tốc : V = a.t

+ Vì vận tốc ô tô II tăng dần từ 0 nên hai ô tô sẽ không cùng lúc cùng vận tốc trên nửa đoạn đường đầu nếu lúc $t = t_1 = 1{,}2h$ vận tốc ô tô II vẫn chưa đạt $V_1 = 40\dfrac{km}{h}$

Vậy : $V = a\ .\ 1{,}2 < 40 \quad \Rightarrow \quad a < \dfrac{40}{1{,}2} = \dfrac{100}{3}\dfrac{km}{h^2}$ (1)

+ Tương tự chúng sẽ không cùng vận tốc cùng lúc trên nửa đoạn đường sau nếu lúc t = 2h vận tốc xe II chưa đạt $V_2 = 60\dfrac{km}{h}$ Vậy :

$V = a\ .\ 2 < 60 \quad \Rightarrow \quad a < 30\dfrac{km}{h^2}$ (2)

(1) và (2) cho : $a < 30\dfrac{km}{h^2}$.

b) Gia tốc xe II để 2 xe cùng vận tốc trung bình trên AB :

+ Vận tốc trung bình của xe II trên đoạn AB :

$$V_{tb} = \frac{V_A + V_B}{2} \text{ (xem bài 43) } = \frac{0 + V_B}{2} = \frac{V_B}{2}$$

$$\Rightarrow \quad V_B = 2V_{tb} = 96\frac{km}{h}$$

$V_B^2 = 2a.S \quad \Rightarrow \quad a = \dfrac{V_B^2}{2S} = \dfrac{96^2}{2.96} = 48\dfrac{km}{h^2}$ (3)

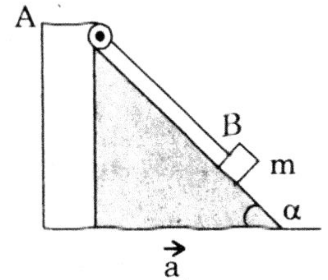
+ So sánh (3) với (1) và (2) ta thấy : ô tô II cùng lúc cùng vận tốc với ô tô I trên cả 2 nửa đoạn đường.

• Trên nửa đoạn đầu : $V = at_1 = V_1 \quad \Rightarrow \quad t_1 = \dfrac{V_1}{a} = \dfrac{40}{48} = \dfrac{5}{6}h$

• Trên nửa đoạn sau : $V = at_2 = V_2 \quad \Rightarrow \quad t_2 = \dfrac{V_2}{a} = \dfrac{60}{48} = 1{,}25h.$

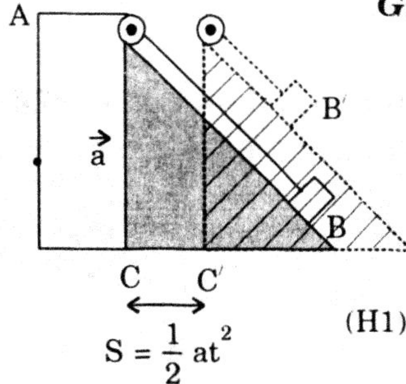
VẬT CHUYỂN ĐỘNG TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG VỚI MẶT PHẲNG NGHIÊNG CHUYỂN ĐỘNG

28 **Trên mặt phẳng nghiêng góc α có một dây không đàn hồi. Một đầu dây gắn vào tường ở A, đầu kia buộc vào vật B có khối lượng m. Mặt phẳng nghiêng chuyển động sang phải với gia tốc a nằm ngang không đổi. Hãy xác định gia tốc của vật B khi nó còn ở trên mặt phẳng nghiêng.**

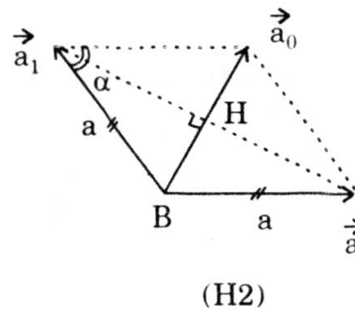


Đề thi HS giỏi Vật lí)

Giải



(H1)



(H2)

+ Trong thời gian t mặt phẳng nghiêng đã dịch đi về bên phải khoảng CC' thì vật dịch đi khoảng BB' trên mặt phẳng nghiêng mà :

$$BB' = CC' = \frac{1}{2}at^2 \quad (H1)$$

Vậy vật đã chuyển động nhanh dần đều trên mặt phẳng nghiêng với gia tốc $\vec{a_1}$ mà $a_1 = a$.

+ Gia tốc $\vec{a_o}$ của vật (đối với đất) là tổng vectơ của gia tốc $\vec{a_1}$ của vật đối với mặt phẳng nghiêng và gia tốc $\vec{a}$ của mặt phẳng nghiêng (đối với đất) : $\vec{a_o} = \vec{a_1} + \vec{a}$.

$$(H2) \Rightarrow \boxed{a_o = 2BH = 2a\sin\frac{\alpha}{2}}.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

29 Một ô tô rời bến chuyển động nhanh dần đều (vận tốc đầu bằng không) với gia tốc $a = 0,5m/s^2$. Cần bao nhiêu thời gian để vận tốc đạt đến V = 36km/h và trong thời gian đó ô tô đã chạy được quãng đường là bao nhiêu ?

Hướng dẫn

+ $t = \frac{V - V_o}{a} = 20s$ + $S = \frac{1}{2}at^2 = 100m$.

30 Sau khi hãm phanh 10s thì đoàn tàu dừng lại cách chỗ hãm phanh 135m. Tìm vận tốc lúc bắt đầu hãm phanh và gia tốc của tàu.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} S = -\frac{1}{2}at^2 + V_o t \\ 0 = -V_o + at \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 2{,}7(m/s^2) \\ V_o = 27(m/s) \end{cases}$$

31 Một vật bắt đầu chuyển động nhanh dần đều từ trạng thái đứng yên và đi hết quãng đường trong thời gian t = 2s. Tính thời gian để vật đi được $\frac{1}{2}$ quãng đường về cuối.

Hướng dẫn

+ Cả quãng đường : $S = \frac{1}{2}at^2$

+ $\frac{1}{2}$ quãng đường đầu : $\frac{S}{2} = \frac{1}{2}at_1^2$

+ Lập tỉ số : $\frac{t}{t_1} = \sqrt{2}$

+ Thời gian cần tìm : $t_2 = t - t_1 = 2 - \sqrt{2}$ s.

32 Chứng minh rằng trong chuyển động biến đổi đều, hiệu những quãng đường đi được trong hai khoảng thời gian bằng nhau liên tiếp là 1 lượng không đổi.

Hướng dẫn

$$S_2 - S_1 = at^2 = \text{const}.$$

33 Chứng minh rằng trong chuyển động nhanh dần đều với vận tốc ban đầu bằng không, những quãng đường đi được trong những khoảng thời gian bằng nhau liên tiếp chênh lệch nhau một lượng gấp đôi quãng đường đi được trong khoảng thời gian thứ nhất.

Hướng dẫn

Chứng minh : $S_2 - S_1 = S_3 - S_2 = \ldots = at^2 = 2S_1$.

34 Một ô tô đang chạy với vận tốc V = 72km/h thì phát hiện một chướng ngại vật. Hỏi để không đụng vào chướng ngại vật này thì cần hãm phanh ở vị trí nào và thời gian hãm phanh là bao lâu ? Biết rằng lúc hãm phanh, xe bắt đầu chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = 5m/s^2$.

Hướng dẫn

+ S_o là khoảng cách từ chỗ hãm phanh đến chướng ngại vật :

$$V^2 - V_o^2 = -2aS_o \Rightarrow S_o = 40m$$

+ $S > S_o = 40m$; $t > t_o = 4s$.

35 Một thang máy chuyển động thẳng đứng xuống dưới từ vận tốc đầu bằng 0, được chia làm 3 giai đoạn :

– Giai đoạn 1 : Chuyển động nhanh dần đều trong thời gian $t_1 = 4s$, đạt vận tốc V = 4m/s.

– Giai đoạn 2 : Chuyển động thẳng đều trong thời gian $t_2 = 5s$.

– Giai đoạn 3 : Chuyển động chậm dần đều trong thời gian $t_3 = 8s$ để cuối cùng dừng lại.

Tính vận tốc trung bình của thang máy trong chuyển động trên.

Hướng dẫn

+ $a_1 = \dfrac{V}{t_1} = 1\,m/s;$ $\quad S_1 = \dfrac{1}{2}a_1t_1^2 = 8m$

+ $S_2 = Vt_2 = 20\ (m)$

+ $a_3 = \dfrac{V}{t_3} = 0,5\,m/s^2;$ $\quad S_3 = -\dfrac{1}{2}a_3t_3^2 + Vt_3 = 16m$

+ $V_{tb} = \dfrac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3} \approx 2,59\ m/s.$

36 Một vật chuyển động nhanh dần đều từ trạng thái đứng yên. Trong giây thứ 4, nó đi được 7m. Tính quãng đường nó đi được trong giây thứ 5.

Hướng dẫn

+ $S_4 - S_3 = 7 \Rightarrow \quad a = 2\ m/s^2$

+ $S_5 - S_4 = \dfrac{1}{2}a(5^2 - 4^2) = 9\ (m).$

Loại 3 : TÌM VỊ TRÍ VÀ THỜI ĐIỂM GẶP NHAU CỦA 2 (HOẶC 1 TRONG 2) ĐỘNG TỬ CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

1. Thiết lập phương trình chuyển động

+ Chọn
  - Trục và gốc tọa độ
  - Chiều dương
  - Gốc thời gian

+ Phương trình chuyển động biến đổi đều :

$$x = \frac{1}{2}a_x(t - t_o)^2 + V_{ox}(t - t_o) + x_o$$

2. Tìm vị trí và lúc gặp nhau

$$x_1 = x_2 \quad \Rightarrow \quad t \text{ và } x$$

TÌM VỊ TRÍ VÀ THỜI ĐIỂM GẶP NHAU CỦA 2 CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

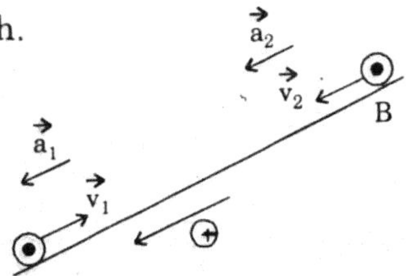
37 **Một người đi xe đạp lên dốc chậm dần đều với vận tốc đầu là V_1 = 18km/h. Cùng lúc, người khác cũng đi xe đạp xuống dốc nhanh dần đều với vận tốc đầu là V_2 = 3,6km/h. Độ lớn gia tốc của hai xe bằng nhau và bằng a = 0,2m/s^2. Khoảng cách ban đầu của hai xe là S = 120m.**

a) Lập phương trình chuyển động của mỗi xe với cùng gốc tọa độ, gốc thời gian và chiều dương.

b) Tìm vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau.

Giải

+ Chọn
- Gốc tọa độ là vị trí ban đầu của xe xuống dốc (B)
- Chiều dương từ B → A
- Gốc thời gian là lúc hai xe khởi hành.



a) Lập phương trình chuyển động của hai xe :

+ Phương trình chuyển động :

$$x = x_o + V_{ox}t + \frac{1}{2}a_xt^2$$

+ Đối với xe lên dốc : $\begin{cases} x_o = \overline{BA} = 120m \\ V_{ox} = -V_1 = -18\dfrac{km}{h} = -5m/s \\ a_x = 0{,}2m/s^2 \end{cases}$

nên $x_1 = 120 - 5t + 0{,}1t^2$ m

+ Đối với xe xuống dốc : $\begin{cases} x_o = 0 \\ V_{ox} = V_2 = 1m/s \\ a_x = 0{,}2m/s^2 \end{cases}$ nên $x_2 = t + 0{,}1t^2$ m (*)

b) Vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau :

+ $x_1 = x_2$: $120 - 5t + 0{,}1t^2(m) = t + 0{,}1t^2$ ⇒ t = 20s

+ (*) ⇒ $x_2 = 20 + 0{,}1 \times 20^2 = 60$ (m)

Chỗ gặp nhau cách B 60(m).

KHOẢNG CÁCH 2 Ô TÔ CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

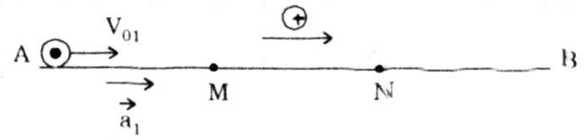
38 **Hai ô tô đi qua hai điểm A và B cùng lúc và ngược chiều để gặp nhau. Ô tô thứ nhất qua A với vận tốc V_1 = 36km/h, chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a_1 = 2m/s^2. Ô tô thứ hai qua B với vận tốc V_2 = 72km/h chuyển động chậm dần đều với gia tốc a_2 = 2m/s^2. Biết AB = 300m.**

1. Tính khoảng cách hai xe trước lúc gặp nhau theo t.

2. Hai xe gặp nhau ở vị trí nào ?

Giải

1. Khoảng cách hai xe theo t :



+ Chọn $\begin{cases} \bullet \text{ Gốc tọa độ ở A} \\ \bullet \text{ Chiều dương từ A} \to \text{B} \\ \bullet \text{ Gốc thời gian : lúc 2 xe qua A và B} \end{cases}$

+ Phương trình chuyển động : $x = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{ox}t + x_o$

+ Đối với ô tô I : $\begin{cases} a_x = 2m/s^2 \\ V_{ox} = 10m/s \\ x_o = 0 \end{cases}$ nên $x_1 = t^2 + 10t$ (m) (*)

+ Đối với ôtô II : $\begin{cases} a_x = 2m/s^2 \\ V_{ox} = -20m/s \\ x_o = \overline{AB} = 300(m) \end{cases}$ nên $x_2 = t^2 - 20t + 300$ (m)

+ Trước lúc gặp nhau ô tô I đến M thì ôtô II đến N, khoảng cách hai xe là :

$$l = \overline{MN} = \overline{AN} - \overline{AM} = x_2 - x_1 = t^2 - 20t + 300 - t^2 - 10t$$

$$l = -30t + 300 \text{ (m)} \qquad (\text{ĐK} : l > 0 \Rightarrow t < 10s)$$

2. Vị trí hai xe gặp nhau :

2 xe gặp nhau : $l = -30t + 300 = 0 \Rightarrow t = 10(s)$

(*) $\Rightarrow x_1 = \overline{AM} = 10^2 + 10.10 \Rightarrow \overline{AM} = 200m$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

39 Viên bi thứ nhất đang lăn với gia tốc $a_1 = 2m/s^2$ và đúng lúc đạt vận tốc 1m/s thì viên bi thứ hai bắt đầu lăn cùng chiều, sau đó 2s chúng gặp nhau.

a) Tính vận tốc viên bi thứ hai lúc gặp viên bi thứ nhất.

b) Bao lâu sau khi gặp, chúng cách nhau $l = 1{,}5m$.

Hướng dẫn

a) + $\left.\begin{matrix} x_1 = t^2 + t \\ x_2 = \frac{1}{2}at^2 \end{matrix}\right\}$ $x_1 = x_2 \Rightarrow a = 3m/s^2$

+ $V_2 = at = 6$ (m/s)

b) $x_2 - x_1 = l \Rightarrow t = 3s$: sau khi gặp 1s chúng cách nhau 1,5m.

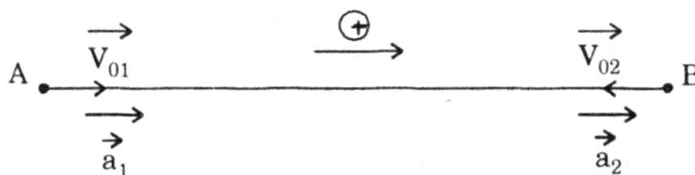
40 Cùng một lúc qua hai điểm A, B cách nhau d = 400m có hai xe chạy ngược chiều để gặp nhau.

– Xe I chuyển động nhanh dần đều, vận tốc lúc qua A là $V_{o1} = 36km/h$

– Xe II chuyển động chậm dần đều, vận tốc lúc qua B là $V_{o2} = 54km/h$. Biết hai xe có cùng độ lớn gia tốc.

a) Tính khoảng cách hai xe sau thời gian t = 10s kể từ lúc qua A và B (Biết xe II chỉ dừng lại với t > 10s)

b) Vận tốc của xe I đối với xe II có phụ thuộc theo thời gian không? Tính độ lớn vận tốc ấy.



Hướng dẫn

a) + Chọn : Gốc tọa độ ở A :

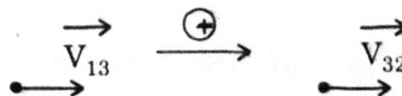
Gốc thời gian là lúc hai xe qua A và B.

+ $x_1 = \frac{1}{2}a_{1x}t^2 + V_{o1x}t = \frac{1}{2}at^2 + V_{o1}t$

$x_2 = \frac{1}{2}a_{2x}t^2 + V_{o2x}t + x_o = \frac{1}{2}at^2 - V_{o2}t + AB$

+ $l = |x_1 - x_2| = |(V_{o1} + V_{o2})t - AB| = 150$ (m).

b) + $\vec{V}_{12} = \vec{V}_{13} + \vec{V}_3$



+ $V_{12x} = V_{13x} - V_{23x} = V_{1x} - V_{2x} = V_1 - V_2$

+ Với $V_1 = at + V_{o1}$

$V_2 = at - V_{o2}$ nên : $V_{12x} = V_{o1} + V_{o2} = 25m/s$.

Loại 4 : ***ĐỒ THỊ CHUYỂN ĐỘNG BIẾN ĐỔI ĐỀU***

1. Đồ thị gia tốc

Là đường thẳng song song với trục thời gian biểu diễn : a = const

2. Đồ thị vận tốc

Là đường thẳng biểu diễn : $V_x = a_x . t + V_{ox}$

- Hai đồ thị song song : hai chuyển động cùng gia tốc.
- Vị trí hai đồ thị cắt nhau : hai chuyển động có cùng vận tốc
- Giao điểm của đồ thị với trục t : Vật dừng lại.

3. Đồ thị tọa độ

Là đường parabol biểu diễn : $x = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{ox}t + x_o$

- Giao điểm hai đồ thị : hai vật gặp nhau.

ĐỒ THỊ VẬN TỐC

41 **Một xe đang chuyển động với vận tốc 54km/h thì hãm phanh, sau đó xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc $2m/s^2$.**

a) Tính vận tốc 5s sau lúc hãm phanh.

b) Vẽ đồ thị vận tốc theo t.

c) Dựa trên đồ thị xác định thời gian kể từ lúc hãm phanh đến lúc xe dừng.

Giải

Chọn
- Trục tọa độ là quỹ đạo chuyển động với chiều dương là chiều chuyển động
- Gốc tọa độ: chỗ hãm phanh.
- Gốc thời gian : lúc hãm phanh



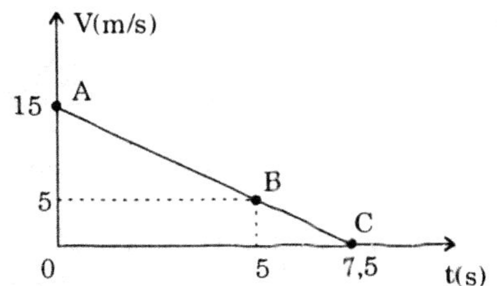
a) Vận tốc sau 5s : $V_x = V_{ox} + a_x.t = V_o - a.\ t = 15 - 2.5 = 5$ (m/s).

b) Đồ thị vận tốc :

Đồ thị vận tốc là đường thẳng qua

+ A(t = 0; V = 15m/s)

+ B(t = 5s; V = 5m/s)



c) Thời gian để xe dừng :

Đồ thị vận tốc cắt trục t tại C với t = 7,5s

– Vậy sau thời gian 7,5s kể từ lúc hãm phanh, xe dừng lại.

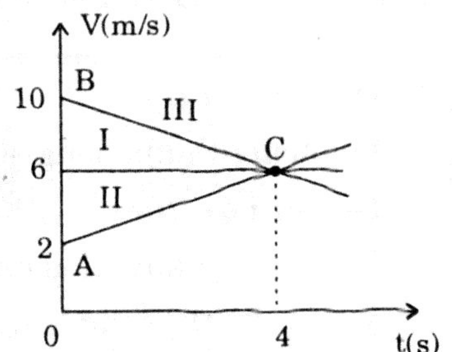
DỰA TRÊN ĐỒ THỊ VẬN TỐC NÊU TÍNH CHẤT CHUYỂN ĐỘNG

42 **Các đường I, II, III là đồ thị vận tốc chuyển động của ba vật.**

a) Hãy mô tả tính chất chuyển động của mỗi vật.

b) Lúc nào thì ba vật có cùng vận tốc và vận tốc ấy bằng bao nhiêu ?

c) Xác định gia tốc và biểu thức vận tốc theo t.



Giải

a) Tính chất chuyển động của ba vật :

- Đường I song song với trục t : chuyển động thẳng đều.
- Đường II là đường thẳng có vận tốc tăng đều : chuyển động nhanh dần đều.
- Đường III là đường thẳng và vận tốc giảm dần : chuyển động chậm dần đều.

b) Ba vật có cùng vận tốc :

Ba đồ thị giao nhau C (t = 4s; v = 6m/s). Vậy lúc t = 4s ba vật cùng vận tốc V = 6m/s.

c) Gia tốc và biểu thức vận tốc :

- Vật I : $a_1 = 0 \rightarrow V_{1x} = 6m/s$
- Vật II : $a_{2x} = \frac{V_x - V_{ox}}{t - t_o} = \frac{6-2}{4-0} = 1m/s^2$

  $V_{2x} = a_{2x}t + V_{o2x} = t + 2m/s$
- Vật III : $a_{3x} = \frac{V_x - V_{ox}}{t - t_o} = \frac{6-10}{4-0} = -1m/s^2$

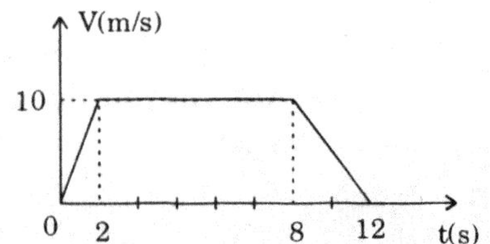
  $V_{3x} = a_{3x}t + V_{o3x} = -t + 10m/s.$

TỪ ĐỒ THỊ VẬN TỐC SUY RA ĐỒ THỊ GIA TỐC VÀ ĐỒ THỊ TỌA ĐỘ

43 Một vật chuyển động có đồ thị vận tốc như hình vẽ :

a) Lập phương trình chuyển động của vật.

b) Vẽ đồ thị gia tốc và đồ thị tọa độ theo thời gian.



Giải

c) Phương trình chuyển động :

Chọn gốc tọa độ là vị trí bắt đầu chuyển động.

- $0 \le t \le 2s$:

+ Đồ thị vận tốc là đoạn thẳng ứng với vận tốc tăng dần nên là chuyển động nhanh dần đều với :

$$a_{1x} = \frac{V_{1x} - V_{o1x}}{t_1 - t_{o1}} = \frac{10-0}{2-0} = 5\,(m/s^2)$$

+ Và : $x_1 = \frac{1}{2}a_{1x}t^2 + V_{o1}t + x_o = 2,5t^2$ m

- $2 \le t \le 8(s)$

+ Đồ thị vận tốc là đoạn thẳng song song với trục t nên là chuyển động thẳng đều :

$x_2 = V_{o2}(t - t_{o2}) + x_{o2} = 10(t-2) + 10$ (vì lúc t = 2s thì $x_1 = 2,5.2^2 = 10m$)

$x_2 = 10t - 10m$ và lúc t = 8s thì $x_2 = 10.8 - 10 = 70m$

- $8 \le t \le 12s$

Đồ thị vận tốc là đoạn thẳng hướng xuống nên là chuyển động chậm dần đều :

$$x_3 = \frac{1}{2}a_3(t - t_{o3})^2 + V_{o3}(t - t_{o3}) + x_{o3}$$

Với : $\begin{cases} a_3 = \dfrac{0-10}{12-8} = -2{,}5m/s^2 \\ t_{o3} = 8s \\ V_{o3} = 10m/s \\ x_o = 70m \end{cases}$ nên $x_3 = -1{,}25(t-8)^2 + 10(t-8) + 70$

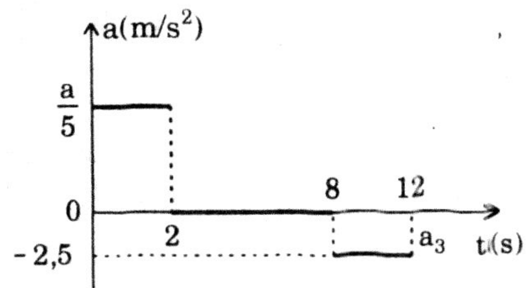
$$x_3 = -1{,}25t^2 + 30t - 90m$$

Tóm lại phương trình chuyển động của vật :

$$\begin{cases} x_1 = 2{,}5t^2(m) & \text{với } 0 \le t \le 2s \\ x_2 = 10t - 10(m) & \text{với } 2 \le t \le 8s \\ x_3 = -1{,}25t^2 + 30t - 90(m) & \text{với } 8 \le t \le 12s \end{cases}$$

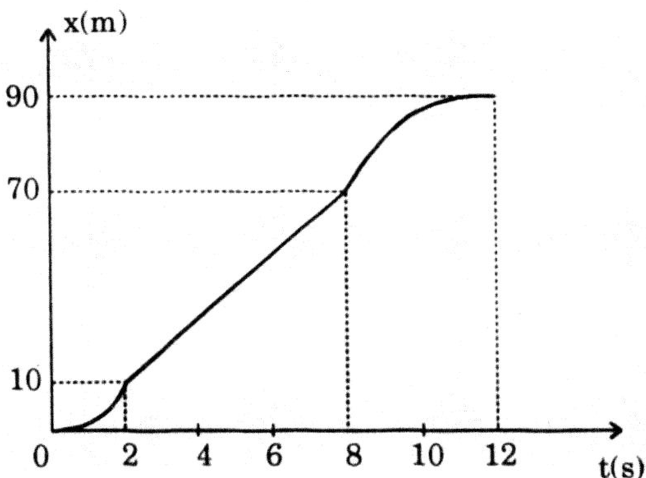
b) Đồ thị gia tốc và đồ thị tọa độ :

- Đồ thị gia tốc là các đường thẳng song song với trục t.



- Đồ thị tọa độ :

+ Là đường parabol có bề lõm hướng về $x > 0$ với chuyển động nhanh dần đều $(0 \le t \le 2s)$.

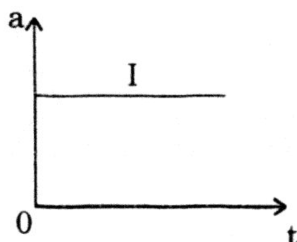


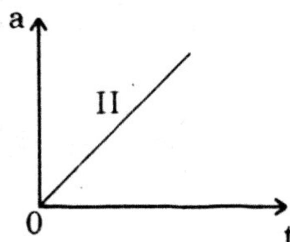
+ Là đường thẳng parabol có bề lõm hướng về $x < 0$ với chuyển động chậm dần đều $(8 \le t \le 12s)$.

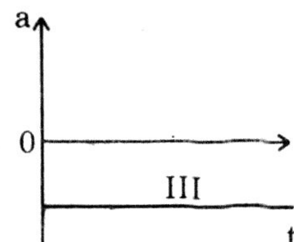
+ Là đoạn thẳng $(2 \le t \le 8s)$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

44 Hình vẽ sau đây là các đồ thị gia tốc của các vật chuyển động với chiều dương của trục tung trùng với chiều chuyển động. Hãy xác định tính chất các chuyển động này.







ĐS : I. Nhanh dần đều.

II. Nhanh dần (nhưng không đều) với a tăng dần.

III. Chậm dần đều.

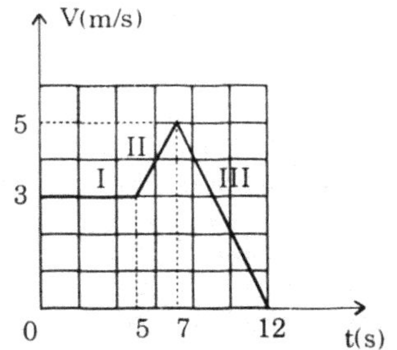
45 Hình vẽ sau đây là đồ thị vận tốc thời gian của 1 vật chuyển động.

a) Hãy nêu tính chất chuyển động của từng giai đoạn.

b) Tính gia tốc.

c) Lập biểu thức vận tốc và tọa độ theo t.

d) Tính quãng đường đi được trong mỗi giai đoạn.



Hướng dẫn

a) I : Thẳng đều

II : Nhanh dần đều

III : Chậm dần đều.

b) I : $a_1 = 0$

II : $a_{2x} = 1m/s^2$

III : $a_{3x} = -1m/s^2$

c) I :
- $V_{1x} = 3m/s$ (const)
- $x_1 = 3tm \quad (0 \le t \le 5s)$

II.
- $V_{2x} = a_{2x}(t - t_{o2}) + V_{o2} = t - 2\left(\frac{m}{S}\right)(5 \le t \le 7s)$
- $x_2 = \frac{1}{2}a_{2x}(t - t_{o2})^2 + V_{o2}(t - t_{o2}) + x_{o2} = \frac{1}{2}t^2 - 2t + 12{,}5\ (m)\ \ (5 \le t \le 7s)$

III.
- $V_{3x} = a_{3x}(t - t_{o3}) + V_{o3} = -t + 12\ (m/s)$
- $x_3 = \frac{1}{2}a_{3x}(t - t_{o3})^2 + V_{o3}(t - t_{o3}) + x_{o3} = -\frac{t^2}{2} + 12t - 36{,}5\ (m)\ \ (7 \le t \le 12s)$

d)
- $S_1 = 15\ (m)$
- $S_2 = |S_{2x}| = \left|\frac{1}{2}a_{2x}(t - t_{o2})^2 + V_{o2}(t - t_{o2})^2\right| = 8m$
- $S_3 = |S_{3x}| = \left|\frac{1}{2}a_{3x}(t - t_{o3})^2 + V_{o3x}(t - t_{o3})^2\right| = 12{,}5m$

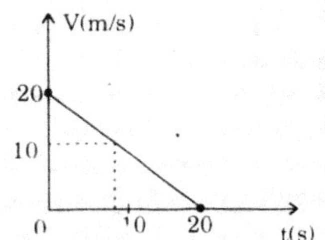
46 Một ô tô đang chạy với vận tốc 72 km/h thì hãm phanh, chạy chậm dần đều, sau đó 10s vận tốc giảm xuống còn 36km/h.

a) Vẽ đồ thị vận tốc - thời gian.

b) Dựa vào đồ thị tìm xem sau bao lâu xe dừng lại.

ĐS : a) Đồ thị vận tốc :

b) V = 0 : t = 20s.



47 a) Hãy vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ các đồ thị vận tốc thời gian của hai vật chuyển động như sau :

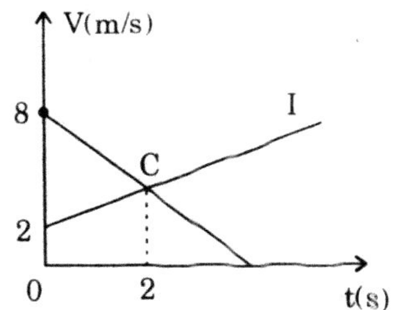
– Vật I : chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a_1 = 1m/s^2$, vận tốc đầu (lúc t = 0) và 2m/s

– Vật II : chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a_2 = 2m/s^2$, vận tốc đầu (lúc t = 0) là 8m/s.

b) Lúc nào thì hai vật có cùng vận tốc và đến lúc đó mỗi vật đã đi được quãng đường bao nhiêu ?

Hướng dẫn

a) Đồ thị vận tốc : (hình bên)



b) + Hai đồ thị vận tốc cắt nhau ở C với t = 2s.

+ $S_1 = |S_{1x}| = \left|\frac{1}{2}a_{1x}t^2 + V_{o1x}t\right| = 6m$

$S_2 = |S_{2x}| = \left|\frac{1}{2}a_{2x}t^2 + V_{o2x}t\right| = 12m$.

Loại 5 : *SỰ RƠI TỰ DO*

1. *Định nghĩa*

Sự rơi của các vật trong chân không (chỉ chịu tác dụng của trọng lực) gọi là sự rơi tự do.

2. *Phương của sự rơi :* thẳng đứng.

3. *Tính chất :* Chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $\vec{g}$.

4. *Gia tốc* $\vec{g}$

- Phương thẳng đứng
- Chiều từ trên xuống
- Độ lớn $g \approx 9,81m/s^2$

5. *Công thức*

$$V_x = g_x(t - t_o)$$

$$x = \frac{1}{2}g_x(t - t_o)^2 + x_o + V_{ox}(t - t_o)$$

$$S_x = x - x_o = \frac{1}{2}g_x(t - t_o)^2$$

$$V_x^2 = 2g_x.S_x$$

TÍNH THỜI GIAN RƠI VÀ VẬN TỐC CUỐI

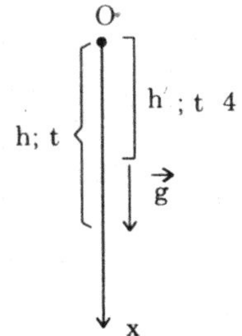
48 **Một vật rơi tự do. Trong 4s cuối cùng rơi được 320m. Tính :**

a) Thời gian rơi.

b) Vận tốc cuối cùng. Lấy g = 10m/s^2.

Giải

a) Thời gian rơi :



- Chọn : + Chiều dương hướng xuống.
  + Gốc tọa độ chỗ bắt đầu rơi.
  + Gốc thời gian : lúc bắt đầu rơi,
- Quãng đường rơi : $h = |S_x| = \frac{1}{2}g_x t^2 = \frac{1}{2}gt^2$

$$h' = |S'_x| = \frac{1}{2}g_x(t-4)^2 = \frac{1}{2}g(t-4)^2$$

- Theo đề : $h - h' = 320$

$$\frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-4)^2 = 320 \quad \Rightarrow \quad t = 10s.$$

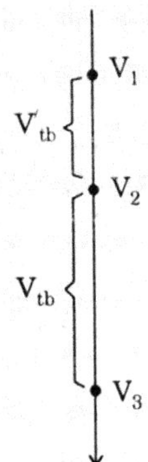
b) Vận tốc cuối cùng : $V_x = g_x.t = g.t$

$$V_x = 10 \times 10 = 100m/s.$$

VẬN TỐC TRUNG BÌNH CỦA CHUYỂN ĐỘNG RƠI TỰ DO

49 **Trong chuyển động rơi tự do không vận tốc đầu, vận tốc trung bình của vật trong giây cuối cùng lớn gấp đôi vận tốc trung bình của nó trong giây liền trước đó. Hỏi thời gian vật rơi. Lấy g = 10m/s^2.**

Giải



+ Vận tốc trung bình trong giây cuối và trong giây liền trước đó lần lượt :

$$V_{tb} = \frac{V_2 + V_3}{2}; \quad V'_{tb} = \frac{V_1 + V_2}{2} \text{ (xem bài 43)}$$

+ Theo đề : $V_{tb} = 2V'_{tb}$

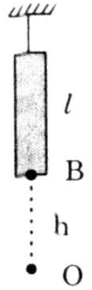
$$\frac{V_2 + V_3}{2} = 2\frac{V_1 + V_2}{2} \quad \Rightarrow \quad V_3 = 2V_1 + V_2 \quad (1)$$

+ Mặt khác : (2) $\begin{cases} V_2 = V_1 + g & (t = 1s) \\ V_3 = V_1 + +2g & (t = 2s) \end{cases}$

+ (1) và (2) cho : $V_1 = \frac{g}{2} \quad \Rightarrow \quad V_3 = 2,5g$

+ Mà : $V_3 = g.t \quad \Rightarrow \quad 2,5g = g.t \quad \Rightarrow \quad t = 2,5s.$

VẬT RƠI TỰ DO

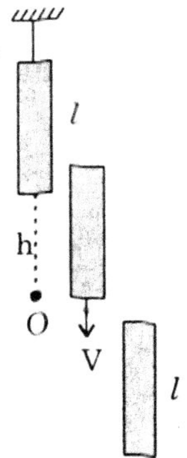


50 **Một thước dài l = 50cm được treo bằng một sợi dây gần sát tường thẳng đứng. Mép dưới B của thước phải cách lỗ sáng O trên tường nằm trên đường thẳng đứng với thước khoảng h là bao nhiêu để thước che khuất lỗ sáng trong thời gian t_o = 0,1s (hình vẽ). Lấy g = 10m/s^2.**

Giải

+ Khi mép dưới vừa đến lỗ sáng O : $V = \sqrt{2gh}$

+ Thước che khuất lỗ trong thời gian mép dưới chuyển động hết đoạn l :



$$l = \frac{1}{2}gt_o^2 + Vt_o = \frac{1}{2}gt_o^2 + \sqrt{2gh} \times t_o$$

$$\sqrt{2gh} \times t_o = l - \frac{1}{2}gt_o^2$$

$$h = \frac{1}{2g}\left(\frac{l - \frac{1}{2}gt_o^2}{t_o}\right)^2 = \frac{1}{2 \times 10}\left(\frac{0,5 - \frac{1}{2} \times 10.0,1^2}{0,1}\right)^2$$

h = 1,0125m.

CHUYỂN ĐỘNG CỦA 2 VẬT RƠI TỰ DO

51 **Từ tầng nhà cao 80m ta thả một vật rơi tự do. Một giây sau đó ta ném thẳng đứng xuống dưới một vật khác thì hai vật chạm đất cùng lúc. Tính :**

a) Vận tốc ban đầu ta đã truyền cho vật thứ II.

b) Vận tốc mỗi vật khi chạm đất. Lấy g = 10m/s^2

Giải

a) Vận tốc ban đầu của vật II

Chọn chiều + hướng xuống

+ Vật I : $h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4s$

+ Vật II : $h = \frac{1}{2}g(t-1)^2 + V_o(t-1)$

$$80 = \frac{1}{2}.10(4-1)^2 + V_o.3 \Rightarrow V_o = \frac{35}{3} \approx 11,67 \text{ m/s}.$$

b) Vận tốc 2 vật khi chạm đất :

+ $V_1 = g.t = 10 \times 4 \Rightarrow V_1 = 40$m/s

+ $V_2 = g(t-1) + V_o = 10(4-1) + \frac{35}{3} \Rightarrow V_2 \approx 41,67$m/s.

LẬP PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RƠI TỰ DO

52 **Người ta thả một vật rơi tự do từ đỉnh tháp cao. Sau đó 1s và thấp hơn chỗ thả vật trước 15m, ta thả tiếp vật thứ II. Lấy $g = 10m/s^2$.**

a) Lập phương trình chuyển động của mỗi vật với cùng gốc tọa độ và gốc thời gian.

b) Xác định vị trí hai vật gặp nhau và vận tốc mỗi vật lúc đó.

Giải

a) Lập phương trình chuyển động của mỗi vật :

+ Chọn
- Gốc tọa độ là chỗ thả vật I
- Chiều dương hướng xuống
- Gốc thời gian : lúc thả vật I

+ Phương trình chuyển động :

Vật I : $x_1 = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2(m)$ (1)

Vật II : $x_2 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 + x_o = 5t^2 - 10t + 20(m)$

b) Vị trí và vận tốc lúc gặp nhau :

+ Gặp nhau : $x_1 = x_2$

$5t^2 = 5t^2 - 10t + 20 \Rightarrow t = 2\ (s)$

(1) $\Rightarrow$ $x_1 = 20m$ (cách chỗ thả vật I 20cm)

+ Vận tốc : $V_1 = gt = 10 \times 2 = 20m/s$

$V_2 = g(t-1) = 10(2-1) = 10m/s$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

53 Tính đường đi của 1 vật rơi tự do trong giây thứ tư kể từ lúc thả. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : $h = \frac{1}{2}g(4^2 - 3^2) = 35m$.

54 Một vật được thả từ độ cao nào để vận tốc của nó khi chạm đất là 20m/s. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : $h = \frac{V^2}{2g} = 20m$.

55 Thả một hòn đá xuống giếng sâu. Sau 4,25s kể từ lúc thả, ta nhận được âm phát ra từ đáy giếng. Hỏi độ sâu của giếng. Coi vật rơi tự do và vận tốc truyền âm trong không khí là $V = 320m/s$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \bullet\ \frac{1}{2}gt_1^2 = V.t_2 \\ \bullet\ t_1 + t_2 = 4,25 \end{cases} \Rightarrow \quad t_1 = 4s;\quad h = 80m.$$

56 Một người ngồi trong toa tàu đang chuyển động với gia tốc $a = 3m/s^2$ ném ngang 1 vật. Tính gia tốc của vật đối với toa tàu. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \vec{a}_{vật/tàu} = \vec{g}_{vật/đất} + \vec{a}_{đất/tàu} = \vec{g} - \vec{a} \\ \text{và}\ \ \vec{g} \perp \vec{a} \end{cases} \Rightarrow \quad a_{vật/tàu} = \sqrt{g^2 + a^2} \approx 10,44m/s^2.$$

57 Từ đỉnh tháp đủ cao, vật I được thả rơi tự do. Sau đó 1s và ở thấp hơn 10m, vật II được thả rơi. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Sau bao lâu chúng gặp nhau.

b) Lúc gặp nhau vận tốc vật I đối với II là bao nhiêu ?

Hướng dẫn

a) $\frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 + 10 \quad \Rightarrow \quad t = 1,5s$

b) $V_1 = gt = 15m/s; \quad V_2 = g(t-1) = 5m/s; \quad V_{12} = V_1 - V_2 = 10m/s.$

§3. CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

I. Định nghĩa

Chuyển động tròn đều là chuyển động mà quỹ đạo là một đường tròn và vật đi được những quãng đường như nhau trong những khoảng thời gian bất kì bằng nhau.

II. Vận tốc $\vec{V}$

- Phương : trùng với phương tiếp tuyến quỹ đạo
- Chiều : Chiều của chuyển động
- Độ lớn : V : Const

III. Gia tốc $\vec{a}$

- Hướng : tâm
- Độ lớn : $a = \frac{V^2}{R}$

IV. Vận tốc góc - chu kì quay

+ Vận tốc góc : $\omega = 2\pi.n$

+ Chu kì quay : $T = \frac{1}{n}$

+ Liên hệ : $\omega = \frac{V}{R} = 2\pi.n = \frac{2\pi}{T}$.

VỆ TINH NHÂN TẠO

58 Một vệ tinh nhân tạo bay tròn đều quanh Trái Đất với vận tốc V = 8km/s và cách mặt đất h = 600km. Tính :

a) Chu kì quay của vệ tinh. **b) Gia tốc hướng tâm.**

Biết bán kính Trái Đất là R = 6400km.

Giải

a) Chu kì quay của vệ tinh :

- Vận tốc góc : $\omega = \frac{V}{R + h}$ với $\begin{cases} V = 8\frac{km}{s} = 8.10^3\frac{m}{s} \\ R + h = 6{,}4.10^6 + 0{,}6.10^6 = 7.10^6 m \end{cases}$

nên : $\omega = \frac{8.10^3}{7.10^6} = \frac{8}{7}.10^{-3}\left(\frac{rad}{s}\right)$

- Chu kì quay $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{8}{7}.10^{-3}} = 5495(s)$

T = 1 giờ 31 phút 35 giây.

b) Gia tốc hướng tâm :

$$a = \frac{V^2}{(R + h)} = \frac{(8.10^3)^2}{7.10^6} = 9{,}14 m/s^2.$$

GIA TỐC HƯỚNG TÂM TẠI MỘT ĐIỂM TRÊN VÀNH BÁNH XE

59 Một ô tô đang chuyển động thẳng đều với vận tốc V = 72km/h. Tính vận tốc góc và gia tốc hướng tâm tại một điểm trên vành bánh xe, biết bán kính bánh xe là R = 25cm.

Giải

+ Vận tốc ô tô cũng là vận tốc dài của 1 điểm trên vành bánh xe :

$$V = 72\frac{km}{h} = 20 m/s$$

+ Vận tốc góc : $\omega = \frac{V}{R} = \frac{20}{0{,}25} = 80\frac{rad}{s}$

+ Gia tốc hướng tâm : $a = \frac{V^2}{R} = \frac{(20)^2}{0,25} = 1600 m/s^2$.

SO SÁNH GIA TỐC HƯỚNG TÂM

60 **Một bánh xe quay đều với vận tốc góc 5 vòng/s. Bán kính bánh xe là 30cm.**

a) Tính vận tốc dài và gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành bánh xe.

b) So sánh gia tốc hướng tâm ở một điểm trên vành bánh xe và trung điểm bán kính bánh xe.

Giải

a) Vận tốc dài và gia tốc hướng tâm:

+ Vận tốc góc : $\omega = 5\frac{\text{vòng}}{s} = 5.2\pi\frac{rad}{s} = 10\pi\frac{rad}{s}$

+ Vận tốc dài : $V = \omega.R = 10\pi \times 30 = 942$ cm/s $= 9,42$m/s

b) So sánh gia tốc hướng tâm :

+ Một điểm trên vành : $V = \omega R$

+ Trung điểm bán kính : $V' = \omega\frac{R}{2}$

$\Rightarrow \frac{V}{V'} = 2$ (1)

(các điểm này đều có cùng vận tốc góc ω)

+ $a = \frac{V^2}{R}$, $a' = \frac{V'^2}{R/2}$ $\Rightarrow \frac{a}{a'} = \left(\frac{V}{V'}\right)^2 \times \left(\frac{\frac{R}{2}}{R}\right)$ (2)

(1) và (2) cho : $\frac{a}{a'} = 2$.

VẬT CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU SAU ĐÓ ĐỨT DÂY

61 **Một sợi dây không dãn có chiều dài $l = 1$m, khối lượng không đáng kể, một đầu giữ cố định ở O cách mặt đất 25m, còn đầu kia buộc vào viên bi nặng. Cho viên bi quay tròn đều trong mặt phẳng thẳng đứng với vận tốc góc $\omega = 20$rad/s. Khi dây nằm ngang và vật đi xuống thì dây đứt. Lấy $g = 10m/s^2$.**

a. Viết phương trình tọa độ theo thời gian của viên bi sau khi dây đứt.

b. Tính thời gian để viên bi chạm đất và vận tốc lúc chạm đất.

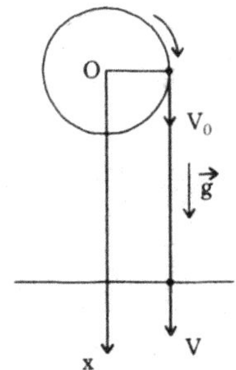
Giải

Lúc dây nằm ngang thì viên bi có vận tốc $\vec{V}_o$

$\vec{V}_o$:
- Hướng thẳng đứng xuống dưới
- $V_o = l\omega = 20$m/s

Sau khi dây đứt vật sẽ chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $\vec{g}$ và vận tốc đầu $\vec{V_o}$.

a) Phương trình chuyển động :



+ Chọn
  - Gốc tọa độ : 0
  - Chiều dương : hướng xuống
  - Gốc t : lúc dây đứt

+ Phương trình tọa độ - thời gian :

$$x = \frac{1}{2}gt^2 + V_o t = 5t^2 + 20t \text{ (m)} \qquad (*)$$

b) Thời gian và vận tốc chạm đất :

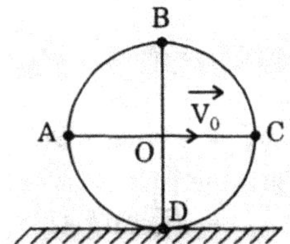
(*) $\Rightarrow$ $25 = 5t^2 + 20t$ $\Rightarrow$ $t^2 + 4t - 5 = 0$

Chỉ nhận $t = 1s$

Và : $V = gt + V_o = 10t + 20 = 10.1 + 20 = 30m/s$.

VẬN TỐC TỨC THỜI CỦA MỘT ĐIỂM TRÊN VÀNH BÁNH XE

62 Một bánh xe bán kính R lăn đều không trượt trên đường nằm ngang. Vận tốc của trục bánh xe là V_o.

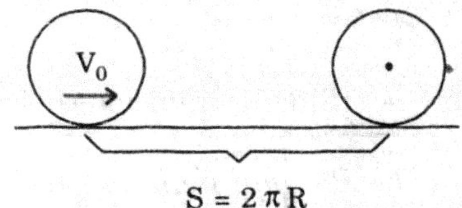


a) Chứng tỏ rằng vận tốc dài $\vec{V}$ của chuyển động tròn đều của bánh xe có độ lớn là $V = V_o$

b) Hãy xác định vectơ vận tốc các điểm A, B, C trên vành bánh xe tại thời điểm như hình vẽ.

Chú ý : **Chuyển động của bánh xe tại mỗi thời điểm là tổng hợp của hai chuyển động xảy ra đồng thời : Chuyển động tịnh tiến với vận tốc $\vec{V_o}$ và chuyển động quay tròn.**

Giải



a) Chứng tỏ $V = V_o$:

Gọi T là chu kì quay của bánh xe thì vận tốc dài của chuyển động quay : $V = \frac{2\pi R}{T}$ (1)

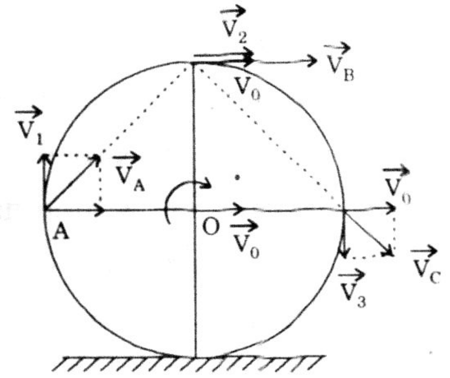
Trong thời gian T đó trục đã chuyển động thẳng đều được quãng đường S bằng chu vi bánh xe nên vận tốc V_o của trục : $V_o = \frac{2\pi R}{T}$ (2)

(1) và (2) : $V = V_o$.

b) Xác định $\vec{V_A}, \vec{V_B}, \vec{V_C}$:

+ Theo chú ý thì : $\vec{V_A} = \vec{V_1} + \vec{V_o}$

H/vẽ cho : $\vec{V}_A$ có
- Giá : AB
- Chiều : A → B
- Độ lớn : $V_A = V_o\sqrt{2}$



+ $\vec{V}_B = \vec{V}_2 + \vec{V}_o$

H/Vẽ ⇒ $\vec{V}_B$ có
- Giá Bx // $\vec{V}_o$
- Chiều : Chiều của $\vec{V}_o$
- Độ lớn : $V_B = 2V_o$

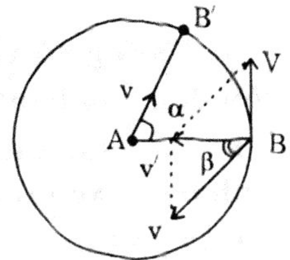
+ $\vec{V}_C = \vec{V}_3 + \vec{V}_o$

H/Vẽ ⇒ $\vec{V}_C$ có
- Giá : BC
- Chiều : Từ B → C
- Độ lớn : $V_C = V_o\sqrt{2}$

HAI NGƯỜI ĐỨNG TRÊN SÀN QUAY NÉM BÓNG

63 Hai em bé đứng trên một sàn tròn nằm ngang bán kính R, quay quanh trục thẳng đứng đi qua tâm hình tròn với vận tốc góc ω, em A đứng ở tâm, em B đứng ở mép sàn. Hai em bé ném cho nhau bóng với vận tốc V, bóng bay song song với sàn. Hai em phải ngắm ném như thế nào để bóng trúng người bạn. Biện luận.

Giải



a) Phương ném của A :

+ Thời gian bóng bay từ A tới mép sàn : $t = \dfrac{R}{v}$

+ Trong thời gian đó B đã dịch đến B' mà : $\overset{\frown}{BB'} = V.t$

Với V là vận tốc dài của B :

$$V = \omega R \quad \text{nên} \quad \overset{\frown}{BB'} = \omega R.t = \omega R.\frac{R}{v} = \frac{\omega R^2}{v}$$

+ Phương ném là AB' xác định bởi : $\alpha = \dfrac{\overset{\frown}{BB'}}{R} = \dfrac{R\omega}{v}$

b) Phương ném của B :

+ Theo phép cộng vận tốc : $\vec{V}_{bóng/A} = \vec{V}_{bóng/B} + \vec{V}_{B/A}$

$$\vec{V'} = \vec{v} + \vec{V}$$

+ Để bóng ném trúng A thì $\vec{V'}$ phải có giá là BA và chiều từ B → A; còn $\vec{V}$ tiếp tuyến với quỹ đạo tròn của B. Vậy $\vec{v}$ phải có phương và chiều như hình vẽ.

+ Hình vẽ cho : $\sin\beta = \dfrac{V}{v} = \dfrac{\omega R}{v}$

+ Biện luận : $\sin\beta = \frac{\omega R}{v} < 1 \Rightarrow \omega < \frac{v}{R}$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

64 Xác định vận tốc góc và vận tốc dài của một điểm nằm trên vành đĩa, biết bán kính đĩa là R = 20cm và chu kì quay là T = 0,2s.

ĐS : + $\omega = \frac{2\pi}{T} = 31,4$ rad/s + $V = \omega R = 6,28$m/s.

65 Một bánh xe ôtô có bán kính R = 30cm quay với tần số f = 10Hz. Tính vận tốc của ôtô.

ĐS : Vận tốc ôtô cũng là vận tốc dài của vành bánh xe : $V = \omega R = 18,84$m/s.

66 Một đồng hồ có kim giờ dài 6cm, kim phút dài 8cm. So sánh các vận tốc góc, vận tốc dài và gia tốc hướng tâm của các đầu kim. Coi các đầu kim chuyển động tròn đều.

Hướng dẫn

+ $\frac{\omega_p}{\omega_g} = \frac{\frac{2\pi}{T_p}}{\frac{2\pi}{T_g}} = \frac{12 \text{ giờ}}{1 \text{ giờ}} = 12$ + $\frac{V_p}{V_g} = \frac{\omega_\pi . R_p}{\omega_\gamma . R_g} = 12.\frac{8}{6} = 16$

+ $\frac{a_p}{a_g} = \left(\frac{V_p}{V_g}\right)^2 \times \frac{R_g}{R_p} = 192$.

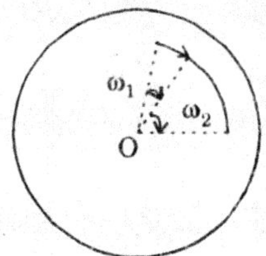
67 Bánh xe có bán kính 50cm, đi được 50m sau 10s (chuyển động thẳng đều). Tính gia tốc hướng tâm và vận tốc góc.

Hướng dẫn

+ Vận tốc dài bánh xe cũng là vận tốc xe : $V = \frac{S}{t} = 5$m/s

+ $a = \frac{V^2}{R} = 50\text{m/s}^2$ + $\omega = \frac{V}{R} = 10$ rad/s.

68 Một vật M chuyển động tròn đều quanh O trên tấm ván với gia tốc a_1 (đối với tấm ván) đồng thời tấm ván quay đều quanh trục O với gia tốc a_2, hai chuyển động cùng chiều. Tính gia tốc a của vật M.



Hướng dẫn

+ Vận tốc góc của vật : $\omega = \omega_1 + \omega_2$

+ Gia tốc : $a = \omega^2 R = (\omega_1 + \omega_2)^2 R = \omega_1^2 R + \omega_2^2 R + 2\sqrt{(\omega_1^2 R)(\omega_2^2 R)}$

$a = a_1 + a_2 + 2\sqrt{a_1 a_2}$.

§4. TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG. TỔNG HỢP VẬN TỐC

Công thức cộng vận tốc : $\vec{V}_{13} = \vec{V}_{12} + \vec{V}_{23}$

- $\vec{V}_{12}$ và $\vec{V}_{23}$ cùng hướng : $V_{13} = V_{12} + V_{23}$
- $\vec{V}_{12}$ và $\vec{V}_{23}$ ngược hướng : $V_{13} = |V_{12} - V_{23}|$
- $\vec{V}_{12}$ và $\vec{V}_{23}$ vuông góc : $V_{13} = \sqrt{V_{12}^2 + V_{23}^2}$.

XÁC ĐỊNH VẬN TỐC TƯƠNG ĐỐI CỦA XE NÀY ĐỐI VỚI XE KIA

69 Hai đầu máy xe lửa cùng chạy trên một đoạn đường sắt thẳng với vận tốc 40km/h và 60km/h. Xác định vận tốc tương đối (cả hướng lẫn độ lớn) của đầu máy thứ nhất so với đầu máy thứ hai trong hai trường hợp :

a) Hai đầu máy chuyển động ngược chiều.

b) Hai đầu máy chuyển động cùng chiều.

Giải

Gọi $\vec{V}_{13}$: Vận tốc của đầu máy 1 đối với đất 3

$\vec{V}_{23}$: Vận tốc của đầu máy 2 đối với đất 3

$\vec{V}_{12}$: Vận tốc của đầu máy 1 đối với đầu máy 2

Phép cộng vận tốc : $\vec{V}_{12} = \vec{V}_{13} + \vec{V}_{32}$

Chiếu lên trục tọa độ x : $V_{12x} = V_{13x} + V_{32x} = V_{13x} - V_{23x}$ (*)

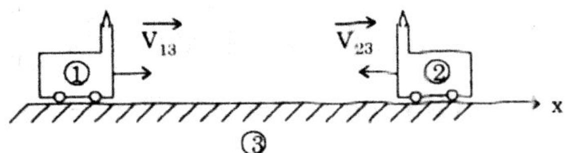
a) Hai đầu máy chạy ngược chiều :

Có $V_{13x} > 0$ nên $V_{13x} = V_{13} = 40\frac{km}{h}$

$V_{23x} < 0$ nên $V_{23x} = -V_{23} = -60\frac{km}{h}$

(*) $\Rightarrow V_{12x} = 40 - (-60) = 100\frac{km}{h} > 0$

Vậy : $\vec{V}_{12}$ có $\begin{cases} \bullet \text{ Hướng từ } 1 \to 2 \\ \bullet\ V_{12} = 100\frac{km}{h} \end{cases}$

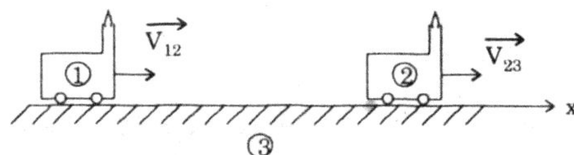


b) Hai đầu máy chạy cùng chiều :

Có: $V_{13x} > 0$ nên $V_{13x} = V_{13} = 40\dfrac{km}{h}$

$V_{23x} > 0$ nên $V_{23x} = V_{23} = 60\dfrac{km}{h}$

(*) $\Rightarrow V_{12x} = 40 - 60 = -20\dfrac{km}{h} < 0$



Vậy : $\vec{V}_{12}$ có $\begin{cases} \bullet \text{ Hướng từ } 2 \to 1 \\ \bullet\ V_{12} = 20\dfrac{km}{h} \end{cases}$

Ghi nhớ : • Hai xe chạy ngược chiều : $V_{12} = V_1 + V_2$

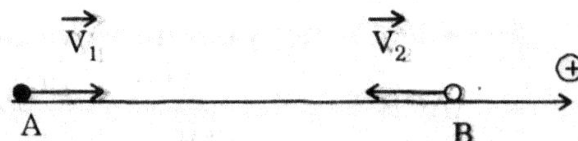
• Hai xe chạy cùng chiều : $V_{12} = |V_1 - V_2|$.

DÙNG PHÉP CỘNG VẬN TỐC TÌM THỜI GIAN HAI XE GẶP NHAU

70 **Hai ôtô cùng khởi hành một lúc tại hai vị trí A và B cách nhau 120km và đi lại gặp nhau. Vận tốc xe thứ nhất là $V_1 = 70$km/h, xe thứ hai là $V_2 = 50$km/h. Coi chuyển động của hai xe là thẳng đều. Hỏi sau bao lâu thì hai xe gặp nhau ? Giải bài toán bằng cách :**

a) Lập phương trình chuyển động của hai xe đối với hệ qui chiếu gắn với trái đất.

b) Dùng phép cộng vận tốc.



Giải

a) Hệ qui chiếu gắn liền với trái đất :

Chọn : $\begin{cases} \bullet \text{ Trục tọa độ là đường AB} \\ \bullet \text{ Chiều dương từ } A \to B \\ \bullet \text{ Gốc tọa độ ở A} \\ \bullet \text{ Gốc thời gian là lúc hai ô tô khởi hành.} \end{cases}$

Phương trình chuyển động hai xe : $x = x_o + V_x(t - t_o)$

Xe 1 $\begin{cases} \bullet\ x_o = 0 \\ \bullet\ V_x = V_1 = 70\dfrac{km}{h} \\ \bullet\ t_o = 0 \end{cases}$ nên $x_1 = 70t$ (km)

Xe 2 $\begin{cases} \bullet\ x_o = \overline{AB} = 120km \\ \bullet\ V_x = -V_2 = -50km/h \\ \bullet\ t_o = 0 \end{cases}$ nên $x_2 = 120 - 50t$ (km)

Khi gặp nhau : $x_1 = x_2 \Rightarrow 70t = 120 - 50t \Rightarrow t = 1$ (h).

b) Dùng phép cộng vận tốc :

Vận tốc tương đối của xe 1 so với xe 2 : $V_{12} = V_1 + V_2 = 120\dfrac{km}{h}$

Để dễ hiểu ta có thể tưởng tượng : Xe 2 đứng yên ở B còn xe 1 phải chạy đều với vận tốc V_{12} = 120km/h đến khi hai xe gặp nhau tức xe 1 đến B.

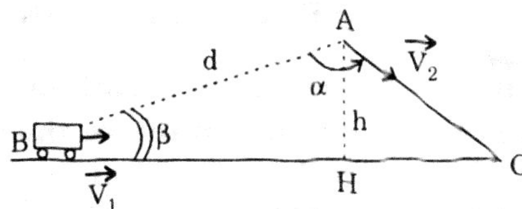
Vậy : $AB = V_{12} \times t \Rightarrow t = \dfrac{AB}{V_{12}} = 1(h)$.

TÌM PHƯƠNG CHUYỂN ĐỘNG CỦA NGƯỜI ĐỂ NGƯỜI VÀ XE ĐẾN CÙNG LÚC

71 Một người đứng ở A cách đường quốc lộ h = 100m nhìn thấy một xe ô tô vừa đến B cách mình d = 500m đang chạy trên đường với vận tốc V_1 = 50km/h (HV). Đúng lúc nhìn thấy xe thì người ấy chạy theo hướng AC ($\widehat{BAC} = \alpha$) với vận tốc V_2.

a) Biết $V_2 = 11{,}55\dfrac{km}{h} \approx \dfrac{20}{\sqrt{3}}\dfrac{km}{h}$, tính α.

b) α bằng bao nhiêu thì V_2 cực tiểu ? Tính vận tốc cực tiểu ấy.



Giải

a) Tính góc α :

+ Gọi t là thời gian để xe và người đến C : $AC = V_2.t$; $BC = V_1.t$

+ $\Delta ACB \Rightarrow \dfrac{AC}{\sin\beta} = \dfrac{BC}{\sin\alpha}$

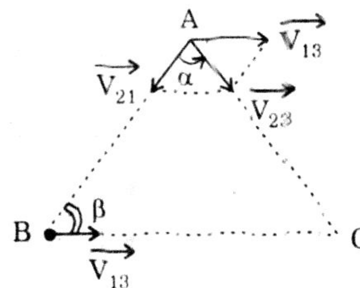
$$\frac{V_2 t}{\sin\beta} = \frac{V_1 t}{\sin\alpha} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{V_1}{V_2} \times \sin\beta \quad (1)$$

+ $\Delta ABH \Rightarrow \sin\beta = \dfrac{AH}{AB} = \dfrac{h}{d}$ nên : $\sin\alpha = \dfrac{V_1}{V_2} \times \dfrac{h}{d}$ (2)

$$\sin\alpha = \frac{50}{\frac{20}{\sqrt{3}}} \times \frac{100}{500} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \alpha = \left| \begin{array}{l} 60^\circ \\ 120^\circ \end{array} \right.$$

- Dùng phép cộng vận tốc :
  + Gọi xe là 1; Người là 2; Đất là 3.

    $\vec{V}_{21}$ là vận tốc của người đối với xe có hướng từ người tới xe.



  + Phép cộng vận tốc : $\vec{V}_{23} = \vec{V}_{21} + \vec{V}_{13}$

    Trong đó các vectơ được biểu diễn như hình vẽ.

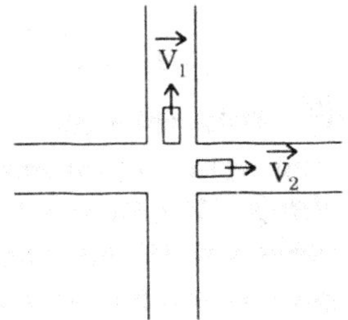
+ Hình vẽ cho : $\dfrac{V_{13}}{\sin\alpha} = \dfrac{V_{23}}{\sin\beta}$ $\Rightarrow$ $\sin\alpha = \dfrac{V_1}{V_2}.\sin\beta$: trở lại (1)

b) Tính α để $V_{2\,(min)}$: (2) $\Rightarrow$ $V_2 = \dfrac{V_1}{\sin\alpha} \times \dfrac{h}{d}$

Với V_1, h, d không đổi nên V_2 min khi $\sin\alpha = 1$ $\Rightarrow$ $\alpha = 90^\circ$

Lúc đó : $V_{2\,(min)} = V_1 \times \dfrac{h}{d} = 50 \times \dfrac{100}{500} = 10\dfrac{km}{h}$.

VẬN TỐC TƯƠNG ĐỐI CỦA HAI XE KHI CHÚNG CHUYỂN ĐỘNG THEO HAI PHƯƠNG VUÔNG GÓC



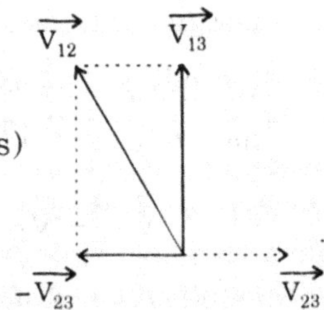
72 **Hai ô tô qua ngã tư cùng lúc theo hai đường vuông góc nhau với vận tốc V_1 = 8m/s và V_2 = 6m/s. Coi chuyển động mỗi xe là thẳng đều.**

a) Xác định độ lớn vận tốc xe 1 đối với xe 2.

b) Lúc xe 2 cách ngã tư 120m thì hai xe cách nhau bao nhiêu mét ?

Giải

a) Xác định V_{12} :



+ $\vec{V}_{12} = \vec{V}_{13} + \vec{V}_{32} = \vec{V}_{13} + (-\vec{V}_{23})$

+ Hình vẽ cho : $V_{12} = \sqrt{V_{13}^2 + V_{23}^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10$ (m/s)

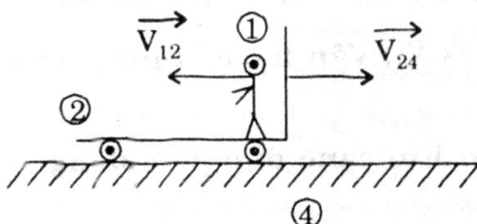
b) Khoảng cách 2 xe :

+ $t = \dfrac{S_2}{V_2} = \dfrac{120}{6} = 20\,(s)$

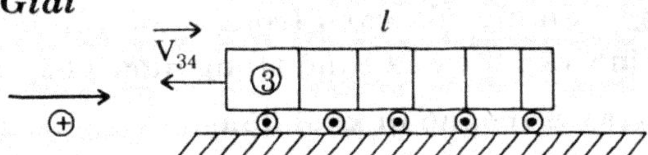
+ Coi như xe 2 đứng yên còn xe 1 chuyển động thẳng đều với vận tốc V_{12} (theo hướng $\vec{V}_{12}$) nên khoảng cách 2 xe : $S = V_{12}.t = 10 \times 20 = 200$ (m).

VẬN TỐC TƯƠNG ĐỐI KHI BA VẬT CÙNG CHUYỂN ĐỘNG

73 **Một nhân viên đi trên tàu với vận tốc V_1 = 5km/h (so với tàu) từ đầu toa đến cuối toa. Toa tàu này đang chạy với vận tốc V_2 = 30km/h. Trên đường sắt kế bên, một đoàn tàu khác dài l = 120m chạy với vận tốc V_3 = 35km/h. Biết hai đoàn tàu chạy song song và ngược chiều. Coi các chuyển động là thẳng đều. Tính thời gian người nhân viên nhìn thấy đoàn tàu kia đi ngang qua mình.**



Giải



Gọi (4) là mặt đất.

+ Có : $\vec{V}_{13} = \vec{V}_{12} + \vec{V}_{24} + \vec{V}_{43} = \vec{V}_{12} + \vec{V}_{24} + (-\vec{V}_{34})$

$$\Rightarrow \quad V_{13} = -V_1 + V_2 + V_3 = -5 + 30 + 35 = 60\left(\frac{km}{h}\right)$$

+ Coi như người nhân viên đang đi đến đoàn tàu kia (đang đứng yên) với vận tốc V_{13} = 60km/h nên thời gian :

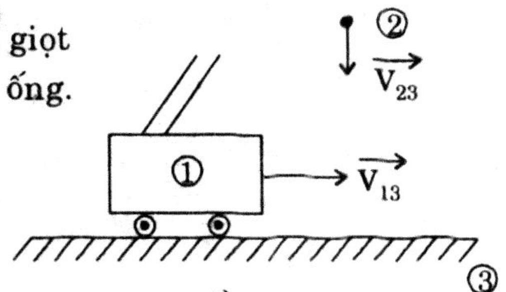
$$t = \frac{l}{V_{13}} = \frac{0,12km}{60\frac{km}{h}} = 0,002h = 7,2\ (s).$$

VẬN TỐC TƯƠNG ĐỐI CỦA GIỌT NƯỚC MƯA ĐỐI VỚI XE

74 **Trên trần toa xe lửa chạy thẳng đều với vận tốc V_1 = 15m/s có đặt một ống nghiêng với mặt ngang góc α. Biết rằng những giọt nước mưa rơi thẳng đứng với vận tốc V_2 = 26m/s sẽ lọt xuống được đáy ống theo phương song song với thành ống. Hỏi ống phải nằm trong mặt phẳng nào, nghiêng về phía trước hay sau xe một góc α bằng bao nhiêu ?**

Giải

Để giọt mưa lọt được vào ống đặt trên tàu theo phương song song với thành ống thì vận tốc tương đối $\vec{V}_{21}$ của giọt mưa đối với tàu phải cùng phương với thành ống.

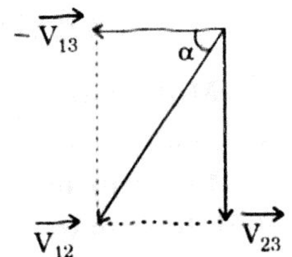


Có : $\vec{V}_{21} = \vec{V}_{23} + \vec{V}_{31} = \vec{V}_{23} + (-\vec{V}_{13})$

Biểu thức vectơ này cho ta :

- $\vec{V}_{21}$ nằm trong mặt phẳng chứa phương thẳng đứng ($\vec{V}_{23}$) và phương chuyển động của xe ($\vec{V}_{13}$) đó là mặt phẳng chứa ống.
- Hình vẽ cho : Đầu trên của ống nghiêng về phía trước toa tàu.
- Góc nghiêng α : $\quad tg\alpha = \frac{V_{23}}{V_{13}} = \frac{26}{15} = 1,73 \approx \sqrt{3}$

$$\Rightarrow \quad \alpha = 60^o.$$



VẬN TỐC CỦA CANÔ ĐỐI VỚI BỜ SÔNG KHI NƯỚC CHẢY

75 **Vận tốc của canô trong nước yên lặng là V_1. Vận tốc của nước là $V_2 < V_1$. Tính vận tốc của canô trong nước chảy :**

a) Khi canô đi xuôi dòng. **b) Khi canô đi ngược dòng.**

Giải

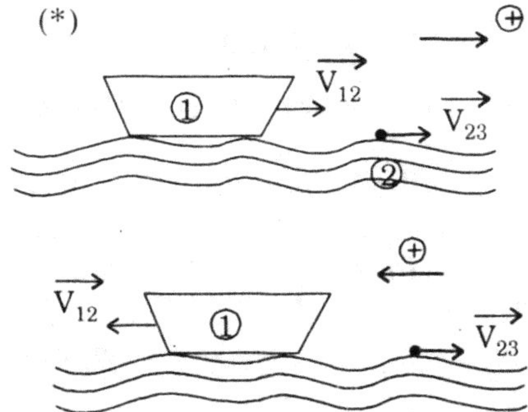
Đặt 1 là thuyền; 2 là nước; 3 là bờ sông thì :

+ Vận tốc của thuyền trong nước yên lặng (hay so với nước) : $\vec{V}_{12}$

+ Vận tốc của nước (tức so với bờ sông): $\vec{V}_{23}$

+ Vận tốc của thuyền trong nước chảy (so với bờ sông) : $\vec{V}_{13} = \vec{V}_{12} + \vec{V}_{23}$

  Chiếu xuống trục x : $V_{13x} = V_{12x} + V_{23x}$ (*)



a) Khi thuyền đi xuôi dòng :

(*) $\Rightarrow V_{13x} = V_{12} + V_{23} = V_1 + V_2 > 0$

hay : $V_{13} = V_1 + V_2$

b) Khi thuyền đi ngược dòng :

(*) $\Rightarrow V_{13x} = V_{12} - V_{23} = V_1 - V_2 > 0$

Vậy : $V_{13} = V_1 - V_2$

VẬN TỐC CANÔ KHI XUÔI DÒNG VÀ NGƯỢC DÒNG

76 Hai bến sông A và B cách nhau 70km. Khi đi xuôi dòng từ A đến B, canô đến sớm hơn 48 phút so với khi ngược dòng từ B đến A. Vận tốc canô khi nước đứng yên là V_1 = 30km/h. Tính vận tốc V_2 của dòng nước.

Giải

+ Vận tốc canô khi xuôi dòng : $V = V_1 + V_2 = 30 + V_2$ (km/h)

  Thời gian canô xuôi dòng : $t = \dfrac{AB}{V} = \dfrac{70}{30 + V_2}$

+ Vận tốc canô khi ngược dòng : $V' = V_1 - V_2 = 30 - V_2$

  Thời gian canô ngược dòng : $t' = \dfrac{AB}{V'} = \dfrac{70}{30 - V_2} > t$

+ Theo đề : $\dfrac{70}{30 - V_2} - \dfrac{70}{30 + V_2} = 48$ phút = 0,8 giờ

$\Rightarrow \quad V_2^2 + 175V_2 - 900 = 0$

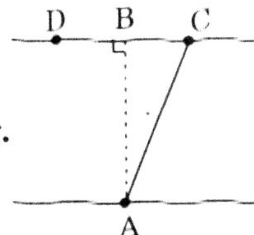
$\Delta = 185^2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \dfrac{-175 \pm 185}{2}$

Chỉ nhận giá trị $V_2 > 0$: V_2 = 5km/h.

THUYỀN CHUYỂN ĐỘNG QUA SÔNG KHI NƯỚC CHẢY

77 Một thuyền xuất phát từ A và mũi thuyền hướng về B với AB vuông góc với bờ sông. Do nước chảy nên thuyền đến bờ bên kia tại C với BC = 100m

và thời gian t = 50s (Hình vẽ)



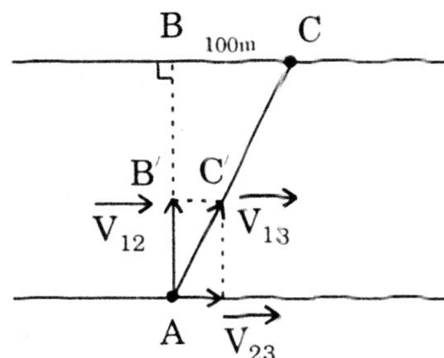
a) Tính vận tốc dòng nước.

b) Biết AB = 200m. Tính vận tốc thuyền khi nước yên lặng.

c) Muốn thuyền đến bờ bên kia tại B thì mũi thuyền phải hướng đến D ở bờ bên kia. Tính khoảng cách giữa B và D. Biết vận tốc dòng nước và của thuyền khi nước yên lặng như đã tính ở hai câu trên.

Giải

a) Vận tốc dòng nước :



- Gọi 1 là thuyền, 2 là nước, 3 là bờ sông.

  Phép cộng vận tốc : $\vec{V}_{13} = \vec{V}_{12} + \vec{V}_{23}$

  trong đó : $\vec{V}_{13}$ có hướng $\overrightarrow{AC}$

  $\vec{V}_{12}$ có hướng $\overrightarrow{AB}$

  $\vec{V}_{23}$ có hướng của dòng nước.

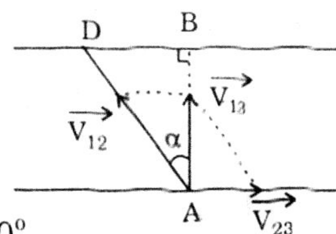
- Hình vẽ cho : $\dfrac{B'C'}{BC} = \dfrac{AC'}{AC}$ hay : $\dfrac{V_{23}}{100} = \dfrac{V_{13}}{AC}$

  mà : $\dfrac{AC}{V_{13}} = t = 50s$ nên $\dfrac{V_{23}}{100} = \dfrac{1}{50} \Rightarrow V_{23} = 2$ (m/s).

b) Vận tốc thuyền khi nước yên lặng (V_{12}) :

Hình vẽ cho : $\dfrac{V_{12}}{AB} = \dfrac{V_{23}}{BC} \Rightarrow V_{12} = \dfrac{AB}{BC}.V_{23} = \dfrac{200}{100}.2 = 4$ (m/s).

c) Tính BD .



- Mũi thuyền hướng đến D nên $\vec{V}_{12}$ có hướng $\overrightarrow{AD}$

  Thuyền đi từ A đến B nên $\vec{V}'_{13}$ có hướng $\overrightarrow{AB}$.

- Hình vẽ cho : $\sin\alpha = \dfrac{V_{23}}{V_{12}} = \dfrac{2}{4} = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^o$

- ΔABD : $BD = AB \times tg\alpha = 200.tg30^o \approx 115,47$ (m).

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

78 Hai ô tô cùng khởi hành một lúc tại A và B cách nhau l = 100km.

+ Hai xe chuyển động ngược chiều thì sau 1 giờ chúng gặp nhau.

+ Hai xe chuyển động cùng chiều thì sau 5 giờ chúng gặp nhau. Dùng phép cộng vận tốc tính vận tốc hai ôtô.

Hướng dẫn

+ Ngược chiều : $V_1 + V_2 = \frac{l}{t} = 100$

+ Cùng chiều : $V_1 - V_2 = \frac{l}{t'} = 20 \Rightarrow V_1 = 60\frac{km}{h}$ và $V_2 = 40\frac{km}{h}$.

79 Một người ngồi trên tàu A nhìn ngang qua cửa sổ thấy bên cạnh có một tàu B đang chạy song song và cùng chiều với vận tốc V_2 = 36km/h xuất hiện. Tàu B dài l = 100m và thời gian người ấy nhìn thấy tàu B là t = 20s. Tính vận tốc tàu A.

Hướng dẫn

$|V_1 - V_2| = \frac{l}{t}$ $\quad |V_1 - 10| = 5 \Rightarrow V_1 = 15$m/s hoặc $V_1 = 5$m/s.

80 Một đoàn xe cơ giới có đội hình dài 1200m, hành quân với vận tốc 18km/h. Người chỉ huy ngồi trên chiếc xe đi đầu, trao cho một chiến sĩ đi môtô một mệnh lệnh chuyển xuống xe cuối đoàn. Người chiến sĩ hoàn thành nhiệm vụ và quay trở lại báo cáo với người chỉ huy, tất cả mất một thời gian là 1 phút 40 giây.

Tính vận tốc của chiến sĩ đi mô tô, biết rằng người ấy đi theo cả hai chiều với cùng một vận tốc so với đất.

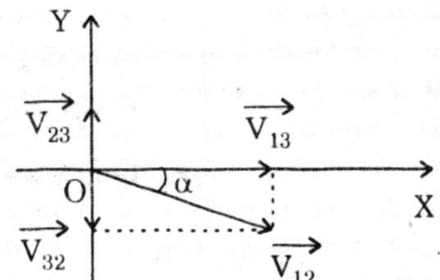
Hướng dẫn

- Vận tốc môtô đối với đoàn quân khi đi ngược chiều và cùng chiều : V + 5 và V − 5.
- $\frac{1200}{V+5} + \frac{1200}{V-5} = 100 \Rightarrow V = 25$m/s.

81 Hai ô tô chuyển động thẳng đều trên hai đường OX và OY vuông góc nhau với vận tốc V_1 = 17,32m/s và V_2 = 10m/s, chúng qua O cùng lúc.

a) Tính vận tốc tương đối của ô tô thứ nhất so với ô tô thứ hai.

b) Nếu ngồi trên ô tô thứ hai mà quan sát sẽ thấy ô tô thứ nhất chạy theo hướng nào ?



Hướng dẫn

a) $\vec{V}_{12} = \vec{V}_{13} + \vec{V}_{32}$

$V_{12} = \sqrt{V_{13}^2 + V_{32}^2} = 20$ m/s

b) Ngồi trên ôtô thứ 2 (tức tưởng tượng ô tô 2 đứng yên).

Sẽ thấy ôtô 1 chạy theo hướng $\vec{V}_{12}$ với $\quad tg\alpha = \frac{V_{32}}{V_{13}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = 30^o$.

82 Hai ô tô chuyển động cùng chiều với vận tốc $V_1 = 50km/h$. Một người đi xe đạp ngược chiều với vận tốc $V_2 = 10km/h$ lần lượt gặp hai xe sau khoảng thời gian t = 6 phút. Hỏi ô tô thứ hai khởi hành sau ôtô thứ nhất bao lâu ?

Hướng dẫn

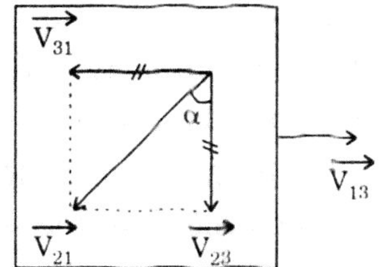
+ Vận tốc xe đạp đối với ô tô : $V_{21} = V_1 + V_2 = 60\dfrac{km}{h}$

+ Khoảng cách giữa 2 ô tô : $l = V_{21} \times t = 6km$

+ Thời gian cần tìm : $t' = \dfrac{l}{V_1} = 0,12h = 7,2$ phút.

83 Hành khách ngồi trong ô tô đang chuyển động sẽ thấy các giọt nước mưa rơi theo hướng nào và vận tốc bao nhiêu ? Biết rằng giọt nước mưa rơi thẳng đứng so với mặt đất và coi chuyển động của xe và giọt nước mưa đều là thẳng đều với cùng vận tốc 10m/s.

Hướng dẫn

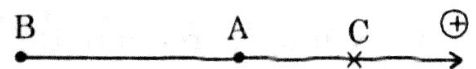


+ Vận tốc giọt nước so với ô tô : $\vec{V}_{21} = \vec{V}_{23} + \vec{V}_{31}$

+ Ngồi trong xe thấy giọt nước rơi theo hướng của $\vec{V}_{21}$ $\begin{cases} V_{21} = 10\sqrt{2} m/s \\ \alpha = 45^\circ \end{cases}$

84 Một người ngồi trên chiếc canô đang chạy ngược dòng nước với vận tốc $V_1 = 30\dfrac{km}{h}$ (so với nước) đến vị trí A (trên bờ) thấy một chiếc thùng đang trôi. Sau 15 phút canô quay xuôi dòng nước với cùng vận tốc (so với dòng nước). Hỏi canô gặp trở lại chiếc thùng ở cách A bao xa ? Biết vận tốc dòng nước là $V_2 = 5\dfrac{km}{h}$. Cho rằng canô và nước chuyển động thẳng đều.

Hướng dẫn



+ Chọn
  - A làm gốc tọa độ
  - Chiều dương là chiều nước chảy
  - Gốc thời gian là lúc canô ở B

+ Phương trình chuyển động của thùng : $x_1 = V_2(t + t_o) = 5\left(t + \dfrac{1}{4}\right)(km)$

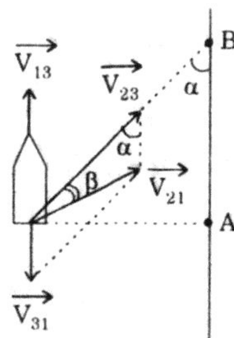
+ Của canô : $x_2 = -x_o + (V_1 + V_2)t$ với $x_o = AB = (V_1 - V_2)t_o = 6,25km$

nên : $x_2 = -6,25 + 35t(km)$

Gặp nhau : $x_1 = x_2 \Rightarrow t = 0,25h$; $x = AC = 2,5km$.

85 Một chiếc thuyền chuyển động thẳng đều với vận tốc V_1 = 3m/s (so với bờ), thành bên của thuyền song song với bờ sông và cách bờ d = 5m. Khi thuyền đến ngang vị trí A thì ném một vật đến B (A và B đều ở trên bờ với AB = 5m). Thời gian vật chuyển động là t = 0,707s. Xác định hướng ném vật so với thành bên của thuyền và vận tốc ném so với thuyền.

Hướng dẫn



+ Gọi 1 là thuyền, 2 là vật, 3 là bờ thì vận tốc của vật so với thuyền : $\vec{V}_{21} = \vec{V}_{23} + \vec{V}_{31}$

+ Hình vẽ ⇒ $\begin{cases} V_{23} = \dfrac{OB}{t} = 10\dfrac{m}{s} \\ \alpha = 45^o \end{cases}$

+ Có : $V_{21}^2 = V_{23}^2 + V_{31}^2 - 2.V_{23}.V_{31}.\cos\alpha \Rightarrow V_{21} \approx 8,16m/s$

Và : $\dfrac{\sin\beta}{V_{31}} = \dfrac{\sin\alpha}{V_{21}} \Rightarrow \beta \approx 15^o$

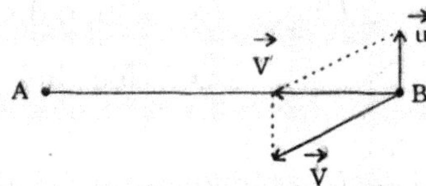
Hướng ném là $\vec{V}_{21}$ hợp với thành bên : $\alpha + \beta = 60^o$.

86 Một máy bay bay từ A đến B rồi trở về A.

- Khi đi từ A đến B thì hướng gió từ A đến B và thời gian bay là t_o.
- Khi đi từ B về A thì hướng gió vuông góc với AB.

Trong cả 2 trường hợp vận tốc của máy bay khi không có gió là V, vận tốc của gió là u và máy bay luôn luôn bay theo đường AB. Tính thời gian máy bay bay từ B về A.

Hướng dẫn



+ $t_o = \dfrac{AB}{V + u}$

+ $t = \dfrac{AB}{\sqrt{V^2 - u^2}} \Rightarrow t = t_o\sqrt{\dfrac{V + u}{V - u}}$

Chương II **ĐỘNG LỰC HỌC**

§5. CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON

Gọi $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ...$ Hợp lực tác dụng vào vật (N)

m : khối lượng (kg)

I. Định luật I Newton

$\vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow$
- Vật đứng yên nếu trước đó vật đứng yên
- Vật chuyển động thẳng đều nếu trước đó vật chuyển động.

II. Định luật II Newton : $\vec{a} = \dfrac{\vec{F}}{m} \Leftrightarrow \begin{cases} a_x = \dfrac{F_x}{m} \\ a_y = \dfrac{F_y}{m} \end{cases}$

III. Định luật III Newton : $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$.

ÔTÔ BỊ LỰC HÃM

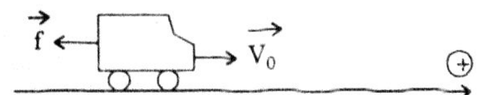
87 **Một ôtô khối lượng m = 2500kg đang chạy với vận tốc V_o = 36km/h thì hãm phanh. Lực hãm có độ lớn f = 5000N. Tính quãng đường và thời gian ôtô chuyển động kể từ lúc hãm đến khi dừng lại.**

Giải

+ Chọn
  - Gốc tọa độ là chỗ hãm phanh
  - Chiều dương là chiều chuyển động
  - Gốc thời gian là lúc hãm phanh

+ Gia tốc xe ôtô sau khi hãm phanh : $\vec{a} = \dfrac{\vec{f}}{m}$

$$a_x = \frac{f_x}{m} = \frac{-f}{m} = -2m/s^2$$



+ Áp dụng : $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2a_x.S_x$

$$0 - 10^2 = 2(-2)S_x \quad \Rightarrow \quad S_x = \frac{100}{4} = 25\,m$$

+ Áp dụng : $V_x = V_{ox} + a_x.t$

$$0 = 10 - 2.t \quad \Rightarrow \quad t = 5s.$$

CÙNG LỰC $\vec{F}$ TÁC DỤNG LÊN NHIỀU VẬT

88 **Ta tác dụng lực $\vec{F}$ không đổi theo phương song song với mặt bàn nhẵn lên viên bi I đang đứng yên thì sau ts nó đạt vận tốc $V_1 = 10m/s$.**

Lặp lại thí nghiệm với viên bi II (cùng lực $\vec{F}$ và trong cùng thời gian t, nó đạt vận tốc $V_2 = 15m/s$.

Hỏi với hai vật I và II ghép lại thì với lực $\vec{F}$ nói trên chúng đạt vận tốc bao nhiêu sau thời gian t (ban đầu cũng đứng yên).

Giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động.

+ Viên bi I : $a_{1x} = \dfrac{V_{1x} - V_{ox}}{t} = \dfrac{V_1}{t}$

$$F_x = m_1 a_{1x} = m_1 \frac{V_1}{t} \Rightarrow m_1 = \frac{F_x . t}{V_1} = \frac{F.t}{V_1}$$

+ Viên bi II : $m_2 = \dfrac{F.t}{V_2}$

+ 2 viên bi ghép : $F_x = (m_1 + m_2)a_x = (m_1 + m_2)\dfrac{V}{t}$

hay : $F = \left(\dfrac{Ft}{V_1} + \dfrac{Ft}{V_2}\right).\dfrac{V}{t}$

$$1 = \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2}\right).V \Rightarrow V = \frac{V_1 . V_2}{V_1 + V_2} = \frac{10.15}{10 + 15} = 6m/s.$$

CÙNG MỘT VẬT LẦN LƯỢT CHỊU TÁC DỤNG NHIỀU LỰC

89 **Có một vật đang đứng yên, ta lần lượt tác dụng các lực có độ lớn F_1, F_2 và $F_1 + F_2$ vào vật trong cùng thời gian t.**

- **Với lực F_1, sau thời gian t nó đạt vận tốc 2m/s**
- **Với lực F_2, sau thời gian t nó đạt vận tốc 3m/s.**

a) Tìm tỉ số độ lớn hai lực.

b) Với lực có độ lớn $F_1 + F_2$ thì sau thời gian t, vật đạt vận tốc bao nhiêu?

Giải

a) Tỉ số độ lớn hai lực :

Áp dụng định luật II Newton : $F_1 = ma_1 = m\dfrac{V_1}{t}$ (1)

$$F_2 = ma_2 = m\frac{V_2}{t} \quad (2)$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\frac{F_1}{F_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{2}{3}}$$

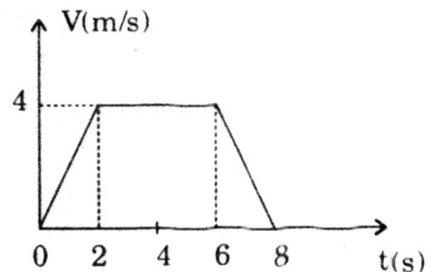
b) Vận tốc của vật khi chịu tác dụng $F_1 + F_2$:

Gọi V là vận tốc của vật sau thời gian t thì : $F_1 + F_2 = m.a = m\frac{V}{t}$

Kết hợp với (1) và (2) : $\frac{m}{t}(V_1 + V_2) = m\frac{V}{t} \quad \Rightarrow \quad V = V_1 + V_2 = 5\ m/s.$

LỰC KÉO THANG MÁY

90 Một thang máy đi lên gồm ba giai đoạn có đồ thị vận tốc – thời gian như hình vẽ. Biết khối lượng thang máy là 500kg. Tính lực kéo thang máy trong từng giai đoạn. Lấy g = 10m/s².



Giải

Chọn chiều dương hướng lên.

+ Gia tốc : $a_x = \frac{V_x - V_{ox}}{t} = \frac{V - V_o}{t}$ (1)

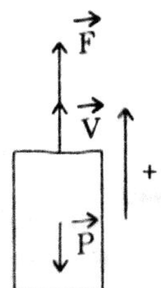
+ Định luật II Newton : $\vec{F} + \vec{P} = m.\vec{a}$

$F_x + P_x = ma_x$

$F - P = ma_x \quad \Rightarrow \quad F = m(g + a_x)$ (2)

+ *Giai đoạn 1 :* (1)$\Rightarrow$ $a_x = \frac{4 - 0}{2} = 2\,m/s^2$

(2)$\Rightarrow$ $F = 500(10 + 2) = 6000N$



+ *Giai đoạn 2 :* (1)$\Rightarrow$ $a_x = 0$

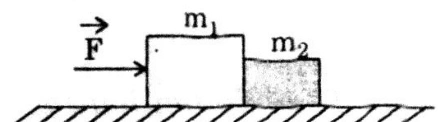
(2)$\Rightarrow$ $F = mg = 500 \times 10 = 5000N$

+ *Giai đoạn 3 :* (1)$\Rightarrow$ $a_x = \frac{0 - 4}{2} = -2\,m/s^2$

(2)$\Rightarrow$ $F = 500(10 - 2) = 4000N.$

ĐỊNH LUẬT III NEWTON

91 Hãy phân tích của lực tác dụng lên mỗi vật và tính gia tốc của chúng, biết : m₁ = 3kg, m₂ = 2kg, F = 10N (Bỏ qua ma sát).



Giải

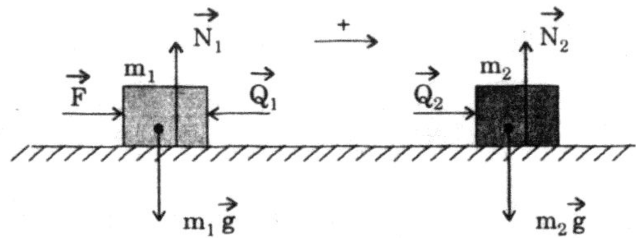
+ Vật m_1 chịu tác dụng :

- Trọng lực $\overrightarrow{m_1 g}$

• Phản lực $\vec{N_1}$ cân bằng với trọng lực $\overrightarrow{m_1g}$.

• Phản lực $\vec{Q_1}$ của vật m_2.

• Lực $\vec{F}$.



+ Gia tốc của 2 vật đều là $\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F} + \vec{Q_1}}{m_1}$$

$$a_x = \frac{F_x + Q_{1x}}{m_1} = \frac{F - Q}{m_1} \qquad (1)$$

+ Vật m_2 chịu tác dụng :

• Trọng lực $\overrightarrow{m_2g}$

• Phản lực $\vec{N_2}$ cân bằng với trọng lực $\overrightarrow{m_2g}$.

• Phản lực $\vec{Q_2}$ của vật m_1 (cùng độ lớn Q) :

+ Gia tốc : $\vec{a} = \frac{\vec{Q_2}}{m_2}$

$$a_x = \frac{Q_{2x}}{m_2} = \frac{Q}{m_2} \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $\frac{F - Q}{m_1} = \frac{Q}{m_2} \Rightarrow Q = \frac{m_2}{m_1 + m_2}F$

$$\Rightarrow \frac{Q}{m_2} = \frac{F}{m_1 + m_2} \qquad (3)$$

(2) và (3) cho : $a = \frac{F}{m_1 + m_2} = 2\,m/s^2$.

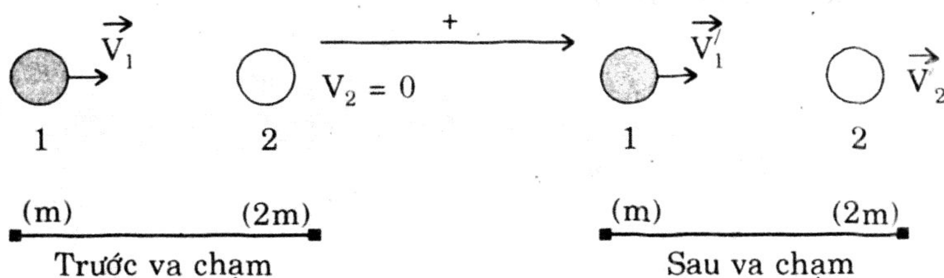
VA CHẠM CỦA HAI VIÊN BI

92 Viên bi 1 có khối lượng m chuyển động với vận tốc 10m/s đến chạm vào viên bi 2 đang đứng yên, khối lượng 2m. Sau va chạm viên bi 2 chuyển động với vận tốc 7m/s và cùng hướng với hướng chuyển động của viên bi 1 trước va chạm. Hỏi hướng và độ lớn vận tốc của bi 1 sau va chạm, biết rằng chúng cùng hướng chuyển động.

Giải

Gọi Δt là thời gian va chạm của hai viên bi. Trong thời gian này viên bi 1

chịu tác dụng lực $\vec{F}_1$, viên bi 2 chịu tác dụng lực $\vec{F}_2$ mà theo định luật III Newton : $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$



(m) (2m) — Trước va chạm

(m) (2m) — Sau va chạm

Với : $\begin{cases} \vec{F}_1 = m_1\vec{a}_1 = m\dfrac{\vec{V}'_1 - \vec{V}_1}{\Delta t} \\ \vec{F}_2 = m_2\vec{a}_2 = 2m\dfrac{\vec{V}'_2 - \vec{V}_2}{\Delta t} \end{cases}$ nên : $m\dfrac{\vec{V}'_1 - \vec{V}_1}{\Delta t} = -2m\dfrac{\vec{V}'_2 - \vec{V}_2}{\Delta t}$

$\Rightarrow \quad \vec{V}'_1 - \vec{V}_1 = -2\vec{V}'_2 + 2\vec{V}_2; \qquad V'_{1x} - V_1 = -2V'_2 + 0$

$V'_{1x} = V_1 - 2V'_2 = 10 - 2 \times 7 = -4\text{m/s} < 0.$

Vậy : Sau va chạm bi 1 chuyển động ngược hướng với bi 2, độ lớn vận tốc $V'_1 = 4\text{m/s}$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

93 Một người đang đi xe đạp với vận tốc V_o thì ngừng đạp và hãm phanh. Xe đi tiếp được 40m thì dừng lại. Lực hãm và lực ma sát có độ lớn 14N. Khối lượng cả người và xe là 70kg. Tính vận tốc V_o.

Hướng dẫn

$+ \quad a_x = \dfrac{F_x}{m} = -0,2\,\text{m/s}^2$

$+ \quad -V_{ox}^2 = +2a_x.S_x \quad \Rightarrow \quad V_o = 4\text{m/s}.$

94 Hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ không đổi tác dụng vào hai vật đứng yên có khối lượng m_1 và m_2 trong cùng thời gian t thì hai vật chuyển động được quãng đường tương ứng S_1 và S_2 (Bỏ qua ma sát). Chứng minh :

a) $\dfrac{S_1}{S_2} = \dfrac{F_1}{F_2}$ nếu $m_1 = m_2$ b) $\dfrac{S_1}{S_2} = \dfrac{m_2}{m_1}$ nếu $F_1 = F_2$.

Hướng dẫn

$$\left.\begin{array}{l} S = \dfrac{1}{2}at^2 \\ F = m.a \end{array}\right\} \Rightarrow S = \frac{1}{2}\frac{F}{m} \times t^2.$$

95 • Một tên lửa có hai động cơ :

+ Động cơ 1 có thể truyền cho tên lửa gia tốc không đổi a_1 và chỉ hoạt động trong thời gian t_1.

+ Động cơ 2 có thể truyền cho tên lửa gia tốc không đổi a_2 và chỉ hoạt động trong thời gian t_2 ($a_1 > a_2$ và $t_1 < t_2$).

• Hai động cơ trên có thể hoạt động theo 2 cách như sau :

+ Động cơ 1 hoạt động trước (trong thời gian t_1) rồi tiếp theo động cơ 2.

+ Ngược lại : động cơ 2 hoạt động trước (trong thời gian t_2) rồi tiếp theo là động cơ 1.

+ Cả hai động cơ bắt đầu hoạt động cùng lúc.

Hỏi chọn cách nào tên lửa đi xa nhất ?

Hướng dẫn

Cách 1 : $S_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 + \frac{1}{2}a_2t_2^2 + a_1t_1t_2$

Cách 2 : $S_2 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 + \frac{1}{2}a_2t_2^2 + a_2t_1t_2$

Cách 3 : $S_3 = \frac{1}{2}(a_1 + a_2)t_1^2 + \frac{1}{2}a_2(t_2 - t_1)^2 + (a_1 + a_2).t_1.(t_2 - t_1)$

$= -\frac{1}{2}a_1t_1^2 + \frac{1}{2}a_2t_2^2 + a_1t_1t_2$

So sánh : $S_1 > S_2, S_3$.

96 Một quả bóng khối lượng m = 700g đang đứng yên chịu tác dụng lực F = 350N trong thời gian Δt = 0,02s. Sau thời gian nói trên quả bóng bị lực cản của mặt sân và không khí. Lực cản nầy có độ lớn bằng $\frac{1}{10}$ trọng lực quả bóng. Tính quãng đường quả bóng chuyển động được. Lấy g = 10m/s^2.

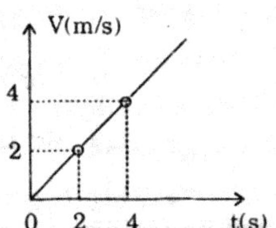
Hướng dẫn

Chọn chiều (+) là chiều chuyển động.

+ $a_x = \frac{F_x}{m} = 500\ m/s^2$ + $V_x = a_x.\Delta t = 10m/s$

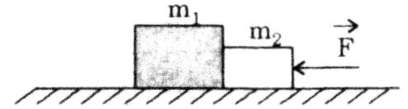
+ $a'_x = \frac{F'_x}{m} = -1\ m/s^2$ + $S_x = -\frac{V_x^2}{2a'_x} = 50m$.

97 Một ôtô khối lượng 500kg lúc khởi hành có đồ thị vận tốc - thời gian như hình vẽ. Biết rằng lúc này xe chịu tác dụng lực kéo của động cơ và lực ma sát bằng 0,2 lần trọng lực xe. Tính lực kéo động cơ. Lấy g = 10m/s^2.



ĐS : $F = F_{ms} + ma = 1500N$.

98 Hai khối hình hộp m_1, m_2 đặt tiếp xúc nhau trên mặt bàn nằm ngang và nhẵn. Lực nằm ngang $\vec{F}$ tác dụng lên m_2. Tính lực tương tác giữa 2 vật. Biện luận.



ĐS : • $F_{12} = F_{21} = \dfrac{m_1}{m_1 + m_2} F$

• Biện luận : + $m_1 = m_2$: $F_{12} = F_{21} = \dfrac{F}{2}$

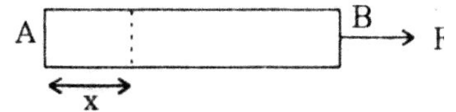
+ $m_1 < m_2$: $F_{12} = F_{21} < \dfrac{F}{2}$

+ $m_1 > m_2$: $F_{12} = F_{21} > \dfrac{F}{2}$

+ $m_1 << m_2$: $F_{12} = F_{21} \approx 0$

+ $m_1 >> m_2$: $F_{12} = F_{21} \approx F$.

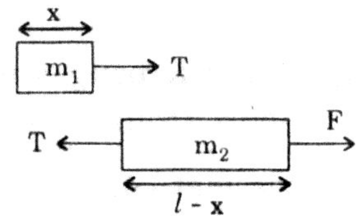
99 Trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang có thanh AB đồng chất, tiết diện đều, chiều dài l. Đầu B ta kéo thanh bằng lực F nằm ngang có độ lớn không đổi. Tính lực đàn hồi xuất hiện lên tiết diện ngang của thanh và cách đầu A khoảng x.



Hướng dẫn

+ Gọi m_o là khối lượng 1 đơn vị độ dài của thanh thì : $m_1 = x.m_o$; $m_2 = (l - x)m_o$

+ $a = \dfrac{T}{m_o x} = \dfrac{F - T}{m_o(l - x)} \Rightarrow T = F\dfrac{x}{l}$



§6. CÁC LỰC CƠ HỌC

I. Lực hấp dẫn

a) Lực hấp dẫn :

- Là lực hút giữa hai vật.
- Độ lớn : $F_{hd} = G\dfrac{m_1 \times m_2}{R^2}$ với : $G = 6.68.10^{-11}.\dfrac{N.m^2}{kg^2}$

b) Trọng lực của một vật :

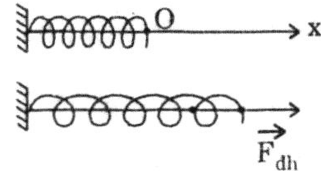
- Là lực hấp dẫn giữa trái đất và vật
- Hướng thẳng đứng xuống dưới.

- Độ lớn : $P = mg = G.\dfrac{mM}{(R+h)^2}$

c) Gia tốc rơi tự do :

- Tại độ cao h : $g = G\dfrac{M}{(R+h)^2}$
- Tại mặt đất : $g_o = G\dfrac{M}{R^2}$

II. Lực đàn hồi



- Độ lớn : $F = K.\Delta l$
- $F_x = -K.x$

III. Lực ma sát

a) Lực ma sát trượt : $F_{ms} = \mu N$ (N : áp lực)

b) Lực ma sát nghỉ : $F_{ms(nghỉ)} \leq \mu N$.

THAY ĐỔI KHOẢNG CÁCH 2 VẬT ĐỂ THAY ĐỔI LỰC HẤP DẪN

100 Cần tăng hay giảm khoảng cách bao nhiêu lần để lực hút giữa hai vật tăng 9 lần ?

Giải

$$F_1 = G \times \frac{m_1 m_2}{R_1^2} \;; \qquad F_2 = G \times \frac{m_1 m_2}{R_2^2}$$

Lập tỉ số : $\dfrac{F_1}{F_2} = \left(\dfrac{R_2}{R_1}\right)^2$

$$\frac{1}{9} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{R_1}{3}$$: Giảm 3 lần.

THAY ĐỔI GIA TỐC RƠI TỰ DO THEO ĐỘ CAO

101 Tính gia tốc rơi tự do ở độ cao gấp 4 lần bán kính trái đất, biết gia tốc rơi tự do tại mặt đất là $g_o = 9,8 m/s^2$.

Giải

+ $g = G_o \dfrac{M}{(R+h)^2} = G_o \dfrac{M}{(5R)^2}$; $g_o = G_o \dfrac{M}{R^2}$

+ Lập tỉ số : $\dfrac{g}{g_o} = \dfrac{1}{25} \quad \Rightarrow \quad g = \dfrac{g_o}{25} = \dfrac{9,8}{25} = 0,392 m/s^2$.

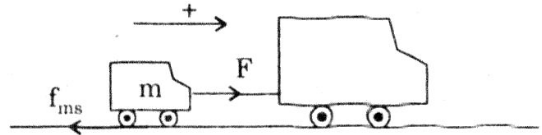
LỰC ĐÀN HỒI

102 **Một xe tải kéo một ô tô bằng dây cáp. Từ trạng thái đứng yên sau 100s ô tô đạt vận tốc V = 36km/h. Khối lượng ôtô là m = 1000kg. Lực ma sát bằng 0,01 trọng lực ôtô. Tính :**

a) Lực kéo của xe tải trong thời gian trên.

b) Độ cứng dây cáp, biết dây cáp đã giãn ra Δl = 1mm.

Lấy g = 10m/s².



Giải

a) Lực kéo xe tải :

+ Gia tốc xe : $a_x = \dfrac{V_x - V_{ox}}{t} = \dfrac{10-0}{100} = 0,1\,m/s^2$

+ Định luật II Newton : $\vec{F} + \vec{f}_{ms} = m.\vec{a}$

$$F - f_{ms} = m\,.\,a_x$$

$$F = f_{ms} + ma_x = 0,01P + ma_x = 200N$$

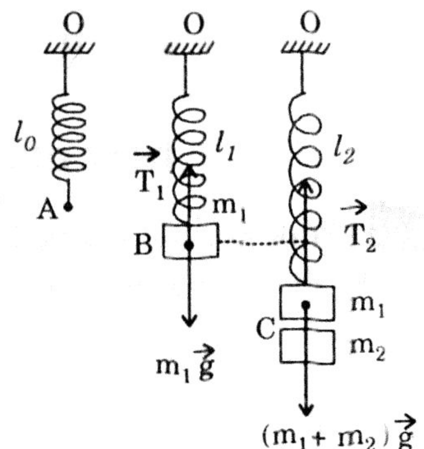
b) Độ cứng dây cáp : $K = F\Delta l = \dfrac{200}{10^{-3}} = 2.10^5$ N/m.

TÍNH ĐỘ CỨNG CỦA LÒ XO

103 **Một lò xo khối lượng nhỏ không đáng kể, được treo vào điểm cố định O có độ dài tự nhiên OA = l_o. Treo một vật khối lượng m_1 = 100g vào lò xo thì độ dài của nó là OB = l_1 = 31cm. Treo thêm một vật khối lượng m_2 = 100g vào lò xo thì độ dài của nó là OC = l_2 = 32cm. Tính độ cứng K và độ dài tự nhiên l_o của lò xo. Lấy g = 10m/s².**



Giải



- Tại vị trí cân bằng B :

$$m_1g = T_1 = K(l_1 - l_o) \qquad (1)$$

- Tại vị trí cân bằng C :

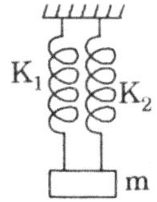
$$(m_1 + m_2)g = T_2 = K(l_2 - l_o) \qquad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{l_1 - l_o}{l_2 - l_o}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{31 - l_o}{32 - l_o} \Rightarrow l_o = 30cm$$

- (1) $\Rightarrow$ $K = \dfrac{m_1g}{l_1 - l_o} = \dfrac{0,1 \times 10}{0,31 - 0,30} = 100N/m.$

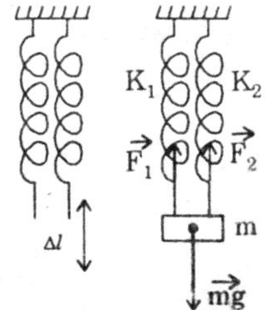
HAI LÒ XO MẮC SONG SONG



104 **Hai lò xo khối lượng không đáng kể, độ cứng lần lượt là $K_1 = 100N/m$, $K_2 = 150N/m$ có cùng độ dài tự nhiên $l_o = 20cm$ được treo thẳng đứng như hình vẽ. Đầu dưới 2 lò xo nối với 1 vật khối lượng $m = 1kg$. Lấy $g = 10m/s^2$.**

Tính chiều dài lò xo khi vật cân bằng.

Giải



- Khi cân bằng : $F_1 + F_2 = P$

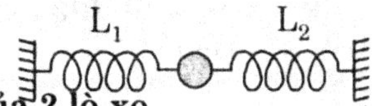
Với $\begin{cases} F_1 = K_1 . \Delta l \\ F_2 = K_2 . \Delta l \end{cases}$ nên : $(K_1 + K_2) \Delta l = P$

$$\Rightarrow \quad \Delta l = \frac{P}{K_1 + K_2} = \frac{1 \times 10}{250} = 0{,}04m.$$

- Chiều dài lò xo : $l = l_o + \Delta l = 20 + 4 = 24cm.$

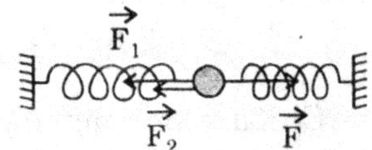
VẬT NẰM GIỮA HAI LÒ XO

105 **Hai lò xo L_1 và L_2 có độ cứng lần lượt là K_1 và K_2 được móc vào một quả cầu (xem hình). Cho biết tỉ số $\frac{K_1}{K_2} = \frac{3}{2}$ và 2 lò xo đều ở trạng thái tự nhiên.**



Nếu dùng 1 lực 5N thì có thể đẩy quả cầu theo phương ngang đi 1 đoạn 1cm. Tính độ cứng K_1 và K_2 của 2 lò xo.

Giải



- Khi vật cân bằng : $F_1 + F_2 = F$

Với $\begin{cases} F_1 = K_1 . \Delta l \\ F_2 = K_2 . \Delta l \end{cases}$ nên : $(K_1 + K_2) \Delta l = F$

$$K_1 + K_2 = \frac{F}{\Delta l} = \frac{5}{0{,}01} = 500\frac{N}{m} \quad (1)$$

- Theo đề $\frac{K_1}{K_2} = \frac{3}{2} \quad \Rightarrow \quad K_1 = 1{,}5K_2$ (2)

(1) và (2) cho : $K_1 = 300\frac{N}{m}$; $K_2 = 200\frac{N}{m}$.

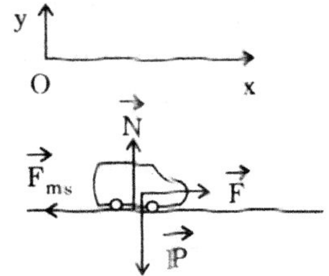
LỰC MA SÁT

106 **Một ô tô khối lượng $m = 500kg$ sau khi bắt đầu chuyển bánh đã chuyển động nhanh dần đều. Khi đi được $S = 25m$ vận tốc ô tô là $V = 18km/h$. Hệ số ma sát lăn giữa bánh xe với mặt đường là $\mu = 0{,}05$. Lấy $g = 10m/s^2$. Tính lực kéo của động cơ.**

Giải

$$+ \quad V_x^2 - V_{ox}^2 = 2a_x.S_x \Rightarrow a_x = \frac{V_x^2 - V_{ox}^2}{2S_x} = \frac{5^2 - 0^2}{2 \times 25} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$+ \quad \text{Có}: \vec{F} + \vec{F}_{ms} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$



Chiếu xuống hệ trục xOy : $\begin{cases} F - F_{ms} = ma_x & (1) \\ N - mg = 0 & (2) \end{cases}$

(2) ⇒ $N = mg$ nên : $F_{ms} = \mu N = \mu mg$

(1) ⇒ $F - \mu mg = ma_x$

$F = m(\mu g + a_x) = 500(0,05 \times 10 + 0,5) = 500N.$

TÍNH QUÃNG ĐƯỜNG ĐI KHI VẬT CHỊU LỰC MA SÁT

107 **Khi vật có khối lượng m = 5kg nằm trên mặt bàn ngang. Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0,2$. Tác dụng vào vật lực $\vec{F}$ song song với mặt bàn. Tìm :**

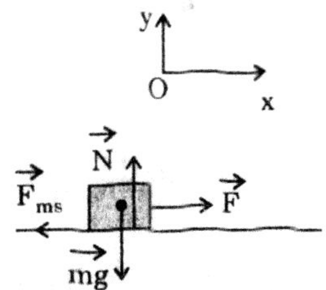
a) Giá trị của lực $\vec{F}$ để vật chuyển động.

b) Quãng đường vật đi được trong thời gian t = 2s với F = 10N và F = 20N. Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

Vật đang đứng yên, nếu vật chuyển động thì nó sẽ chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $\vec{a}$: $\vec{F} + \vec{F}_{ms} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

Chiếu xuống hệ trục xOy : $\begin{cases} F - F_{ms} = ma & (1) \\ N - mg = 0 & (2) \end{cases}$



(2) ⇒ $N = mg$ nên : $F_{ms} = \mu N = \mu.m.g$

(1) ⇒ $F - \mu mg = ma$ (3)

a) Gia tốc của lực $\vec{F}$ để vật chuyển động :

$F - \mu mg = ma > 0$

$F > \mu mg = 10N$ (4)

b) Quãng đường vật đi được :

- Với F = 10N : Không thỏa mãn (4) nên vật đứng yên.
- Với F = 20N > 10N : (3) ⇒ $a = \dfrac{F - \mu mg}{m} = \dfrac{20 - 10}{5} = 2 \text{ (m/s}^2)$

Quãng đường : $S = \dfrac{1}{2}at^2 = \dfrac{1}{2}.2.2^2 = 4m.$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

LỰC HẤP DẪN

108 Hai tàu thủy có khối lượng 50.000T ở cách nhau 1km. Tính lực hút giữa chúng.

ĐS : 0,167N.

109 Mặt trăng và trái đất có khối lượng $7,4 \times 10^{22}$kg và 6.10^{24}kg, ở cách nhau $3,84 \times 10^{8}$m. Tính lực hút giữa chúng.

ĐS : 2.10^{20}N.

110 Ở độ cao bằng bao nhiêu lần bán kính trái đất thì trọng lực của 1 người sẽ giảm đi 100 lần (so với trọng lực tại mặt đất).

Hướng dẫn

- $P = mg = m.G\dfrac{M}{(R+h)^2}$

- $P_o = mg_o = mG\dfrac{M}{R^2}$

- $\dfrac{P}{P_o} = \left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2 = \dfrac{1}{100} \quad \Rightarrow \quad h = 9R.$

111 Hai quả cầu giống nhau có cùng khối lượng m = 50kg, bán kính R. Lực hấp dẫn lớn nhất giữa chúng là $F = 4,175.10^{-6}$N. Tính R.

Hướng dẫn

Lực hấp dẫn lớn nhất khi 2 quả cầu tiếp xúc

$$F = G.\frac{m^2}{(2R)^2} \quad \Rightarrow \quad R = 10cm.$$

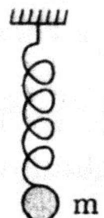
112 Biết bán kính trái đất lớn gấp 3,66 lần bán kính mặt trăng và khối lượng trái đất lớn gấp 81 lần khối lượng mặt trăng. So sánh gia tốc rơi tự do của vật trên mặt đất và mặt trăng.

Hướng dẫn

$$\frac{g_Đ}{g_T} = \left(\frac{M_Đ}{M_T}\right)\left(\frac{R_T}{R_Đ}\right)^2 = 81.\times\left(\frac{1}{3,66}\right)^2 \approx 6.$$

LỰC ĐÀN HỒI

113 Một lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 = 25cm khi chịu tác dụng lực 2N thì dãn ra 1cm. Bỏ qua khối lượng lò xo.



a) Tính độ cứng K của lò xo.

b) Để lò xo có chiều dài l = 30cm thì ta phải treo vào đầu dưới lò xo một vật có khối lượng là bao nhiêu ?

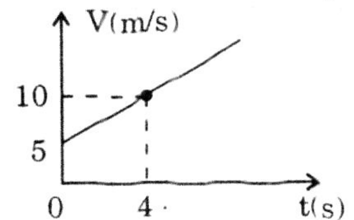
Lấy g = $10m/s^2$.

Hướng dẫn

a) $K = \dfrac{2N}{0,01m} = 200\ N/m$

b) $\Delta l = l - l_0 = 5cm$; $m = \dfrac{K\Delta l}{g} = 1kg$.

114 Một ô tô được kéo bởi xe tải bằng dây cáp có độ cứng $K = 10^6 N/m$. Đồ thị vận tốc - thời gian của ô tô như hình vẽ.



a) Tính quãng đường đi của ôtô trong khoảng thời gian từ t = 0 → t = 4s

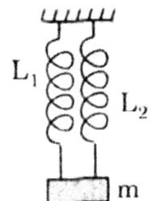
b) Tính độ dãn của dây cáp, biết khối lượng ôtô là m_2 = 800kg. Bỏ qua ma sát.

Hướng dẫn

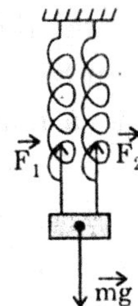
a) $a = \dfrac{V - V_0}{t} = 1,25\ m/s^2$; $S = \dfrac{1}{2}at^2 + V_0 t = 30m$

b) $F = m.a = 1000N$; $\Delta l = \dfrac{F}{K} = 1mm$.

115 Hai lò xo L_1 và L_2 có cùng chiều dài tự nhiên. Khi treo vật nặng m bằng lò xo L_1 thì nó dãn ra Δl_1 = 1cm và treo vật nặng ấy vào lò xo L_2 thì nó dãn ra Δl_2 = 2cm. Nối hai lò xo với nhau bằng cả hai đầu để chúng luôn luôn có cùng độ dài rồi treo vật nặng m trên thì 2 lò xo cùng dãn ra $\Delta l'$ bằng bao nhiêu ?



Hướng dẫn



+ $K_1 = \dfrac{mg}{\Delta l_1}$; $K_2 = \dfrac{mg}{\Delta l_2}$ (1)

+ $F_1 + F_2 = mg$

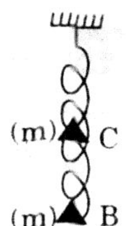
$(K_1 + K_2)\Delta l' = mg$ (2)

+ (1) và (2) cho : $\Delta l' = \dfrac{\Delta l_1.\Delta l_2}{\Delta l_1 + \Delta l_2} = \dfrac{2}{3}cm$.

116 Một lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng K, độ dài tự nhiên l_0.

a) Tính độ cứng K' của nửa lò xo ấy $\left(\dfrac{l_0}{2}\right)$.

b) Treo 2 vật nặng cùng khối lượng m vào điểm cuối B và điểm chính giữa C của lò xo thì chiều dài l của lò xo là bao nhiêu ?



Hướng dẫn

a) Độ cứng lò xo tỉ lệ nghịch với chiều dài $\left(K = E\dfrac{S}{l_o}\right)$ nên : $K' = 2K$

b) + Nửa lò xo trên chịu tác dụng của 2mg nên độ dãn : $\Delta l_1 = \dfrac{2mg}{2K} = \dfrac{mg}{K}$

+ Nửa lò xo dưới chỉ chịu tác dụng của mg nên độ dãn : $\Delta l_2 = \dfrac{mg}{2K}$

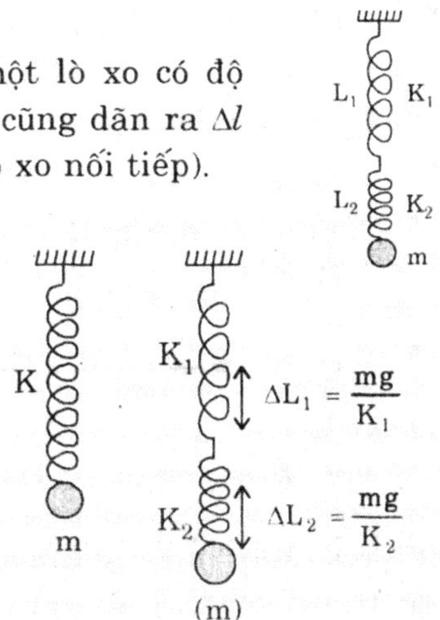
+ Độ dãn cả lò xo : $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = \dfrac{3}{2}\dfrac{mg}{K}$

+ $$l = l_o + \frac{3}{2}\frac{mg}{K}.$$

117 Lò xo L_1 có độ cứng K_1, lò xo L_2 có độ cứng K_2. Hai lò xo này mắc nối tiếp như hình vẽ. Đầu trên treo vào điểm A còn đầu dưới treo vào vật nặng m.

a) Tính độ dãn Δl của cả hai lò xo.

b) Có thể thay hai lò xo nối như trên bằng một lò xo có độ cứng K là bao nhiêu để khi treo vật m, lò xo nầy cũng dãn ra Δl (lò xo độ cứng K gọi là lò xo tương đương của hai lò xo nối tiếp).



Hướng dẫn

a) $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = mg\left(\dfrac{1}{K_1} + \dfrac{1}{K_2}\right)$ (1)

b) $\Delta l = \dfrac{mg}{K}$ (2)

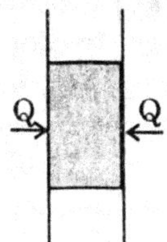
(1) và (2) : $K = \dfrac{K_1K_2}{K_1 + K_2}$.

LỰC MA SÁT

118 Một người đi xe đạp trên đường nằm ngang. Khối lượng cả người và xe là m = 70kg, hệ số ma sát lăn là $\mu = 0{,}05$. Tính lực truyền cho xe để nó chuyển động thẳng đều, cho rằng lực này song song với mặt đường. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : $F = \mu mg = 35N$.

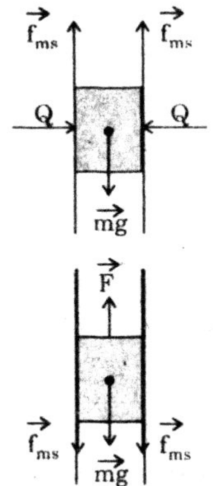
119 Một khúc gỗ có khối lượng m = 4kg được ép giữa hai tấm ván đặt song song và thẳng đứng như hình vẽ. Hệ số ma sát giữa khúc gỗ và tấm ván là $\mu = 0{,}4$. Lấy $g = 10m/s^2$.



a) Tính lực ép Q vào mỗi tấm ván để khúc gỗ đứng yên.

b) Nếu lực ép vào mỗi tấm ván chỉ còn Q = 40N thì bao lâu sau vật tuột xuống được quãng đường h = 1m, biết rằng chiều dài tấm ván đủ dài.

c) Với lực ép Q = 40N thì cần đặt lực kéo $\vec{F}$ có độ lớn bao nhiêu để kéo đều khúc gỗ đi lên.



Hướng dẫn

a) Khúc gỗ đứng yên : $2f_{ms\ nghỉ}$ (cực đại) $\geq mg$

$$2\mu Q \geq mg$$

$$\Rightarrow \quad Q \geq \frac{mg}{2\mu} = 50N$$

b) + $a = \dfrac{mg - 2f_{ms}}{m} = 2\ m/s^2$

+ $h = \dfrac{1}{2}at^2 \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\dfrac{2h}{a}} = 1s$

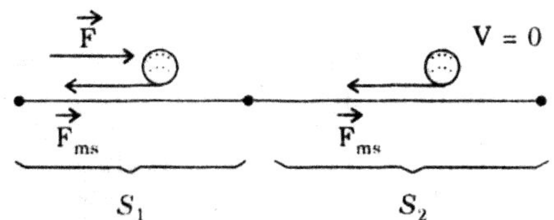
c) Vật chuyển động thẳng đều : $F = P + 2f_{ms} = 72N$.

120 Một viên bi có khối lượng m = 100g bắt đầu chuyển động nhờ lực đẩy F = 0,5N trong thời gian t = 1s. Biết hệ số ma sát nằm giữa bi và mặt sàn là $\mu = 0,3$. Tính quãng đường mà viên bi chuyển động kể từ lúc bắt đầu chuyển động đến khi dừng lại.

Hướng dẫn

Chọn chiều dương là chiều chuyển động.

+ Lúc có lực tác dụng :



- $a_{1x} = \dfrac{F - F_{ms}}{m} = \dfrac{F - \mu mg}{m} = 2\ m/s^2$
- $S_1 = \dfrac{1}{2}a_{1x}t^2 = 1m$
- $V_{1x} = a_{1x}.t = 2m/s$

+ Lúc thôi tác dụng :

- $a_{2x} = \dfrac{-F_{ms}}{m} = -3\ m/s^2$
- $S_2 = \dfrac{0 - V_{1x}^2}{2a_x} = \dfrac{2}{3}m$
- $S = S_1 + S_2 \approx 1,67m$.

121 Một ôtô tải có khối lượng M = 2 tấn, phân bố đều trên các bánh xe, chở m = 3 tấn hàng. Sau thời gian chuyển bánh, muốn xe đạt được quãng đường S = 50m trong thời gian t = 10s thì hệ số ma sát giữa bánh xe phát động và mặt đường tối thiểu là bao nhiêu ? Lấy $g = 10m/s^2$.

Xét bài toán trong hai trường hợp :

a) Tất cả các bánh xe đều là bánh phát động và khối lượng hàng phân bố đều trên các bánh xe.

b) Chỉ có các bánh sau là bánh phát động và khối lượng hàng phân bố đều trên các bánh sau.

Hướng dẫn

- Chiều dương là chiều chuyển động.
- Gia tốc : $a = \frac{2S}{t^2} = 1m/s^2$
- Lực phát động là lực ma sát nghỉ của các bánh xe.
- $(M + m)\vec{a} = \vec{F}_{\text{ma sát nghỉ}} \Rightarrow (M + m)a = F_{\text{ma sát nghỉ}} \le \mu N$

$$\mu_{min} = \frac{M + m}{N}.a \qquad (*)$$

(N là phản lực lên các bánh phát động)

a) Tất cả các bánh là bánh phát động : $N = (M + m)g$

$$(*) \Rightarrow \quad \mu_{min} = \frac{a}{g} = 0,1$$

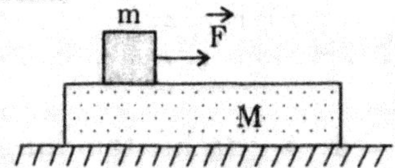
b) Các bánh sau là bánh phát động : $N = \left(\frac{M}{2} + m\right)g$

$$(*) \Rightarrow \quad \mu_{min} = \frac{M + m}{\frac{M}{2} + m}.\frac{a}{g} = 0,125.$$

122 Một vật nặng khối lượng m đặt trên tấm ván khối lượng M (hệ số ma sát giữa vật và tấm ván là μ_1). Tấm ván đặt trên mặt bàn nằm ngang (Hệ số ma sát giữa ván và bàn là μ_2). Tác dụng vào vật m lực $\vec{F}$ nằm ngoài. Biết rằng vật m sẽ trượt trên tấm ván và tấm ván sẽ trượt trên mặt bàn.

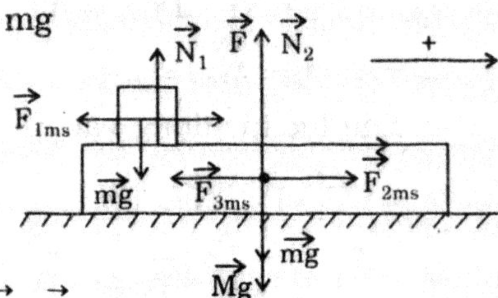
a) Tính gia tốc chuyển động của mỗi vật.

b) Tìm điều kiện để bài toán thỏa mãn.



Hướng dẫn

a) Các lực tác dụng lên vật m : $\vec{F}, \vec{f}_{1ms}, \vec{N}_1, m\vec{g}$



- $m\vec{a}_1 = \vec{F} + \vec{f}_{1ms} + \vec{N}_1 + m\vec{g}$

$ma_1 = F - \mu mg \quad \Rightarrow a_1 = \frac{F - \mu mg}{m}$

- Các lực tác dụng lên M : $\vec{f}_{2ms}, \vec{f}_{3ms}, m\vec{g}, M\vec{g}, \vec{N}_2$

$$M\vec{a}_2 = \vec{f}_{2ms} + \vec{f}_{3ms} + m\vec{g} + M\vec{g} + \vec{N}_2$$

$$Ma_2 = f_{2ms} - f_{3ms}$$

$$\begin{cases} f_{2ms} = f_{1ms} = \mu_1 mg \\ f_{3ms} = \mu_2 N_2 = \mu_2(m + M)g \end{cases}$$

$$a_2 = \frac{\mu_1 mg - \mu_2(m + M)g}{M}$$

b) Bài toán thỏa mãn khi :

- $a_1 > 0 \Rightarrow F > \mu_1 mg$ (1)
- $a_2 > 0 \Rightarrow \mu_1 mg > \mu_2(m + M)g$ (2)
- Vật trượt trên ván : $a_1 > a_2$

$$\Rightarrow F > (\mu_1 - \mu_2)\frac{m + M}{M}.mg$$

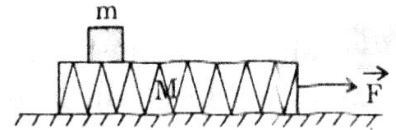
Với $F > 0 \Rightarrow \mu_1 > \mu_2$ (3)

Nhưng (2) $\Rightarrow \dfrac{\mu_1}{\mu_2} > \dfrac{M + m}{m} g > 1$

Vậy thỏa mãn (2) tức thỏa mãn (3)

- Tóm lại : (1) và (2) cho : $F > \mu_1 mg > \mu_2(m + M)g$

123 Một vật có khối lượng m = 1kg đặt trên tấm ván có khối lượng M = 3kg, hệ số ma sát giữa vật và tấm ván là $\mu_1 = 0{,}2$. Tấm ván được đặt trên mặt bàn nằm ngang mà hệ số ma sát giữa tấm ván và mặt bàn là $\mu_2 = 0{,}3$.



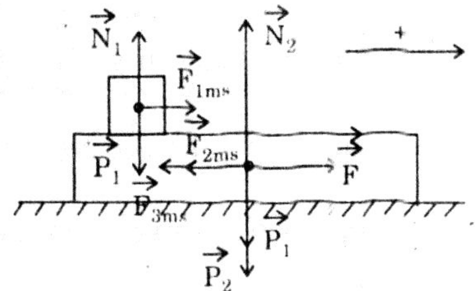
1. Phải tác dụng vào tấm ván một lực $\vec{F}$ nằm ngang có độ lớn là bao nhiêu để tấm ván trượt dưới vật.

2. Tính gia tốc của vật và tấm ván trong hai trường hợp :

a) F = 20N b) F = 15N.

Hướng dẫn

1. • Ba lực tác dụng vào m : $\vec{P}_1, \vec{N}_1, \vec{f}_{1ms}$ mà



$$\vec{P}_1 + \vec{N}_1 + \vec{f}_{1ms} = m\vec{a}_1$$

$$\Rightarrow ma_1 = f_{1ms} = \mu_1 mg \quad \Leftrightarrow \quad a_1 = \mu_1 g$$

- Sáu lực tác dụng vào M :

$$\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{N}_2, \vec{f}_{2ms}, \vec{f}_{3ms}, \vec{F}$$

$$\vec{F} + \vec{f}_{2ms} + \vec{f}_{3ms} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N}_2 = M.\vec{a}_2$$

$$\Rightarrow F - f_{2ms} - f_{3ms} = Ma_2$$

Với $\begin{cases} f_{2ms} = f_{1ms} = \mu_1 mg \\ f_{3ms} = \mu_2 N_2 = \mu_2(m + M)g \end{cases}$ nên : $a_2 = \dfrac{F - \mu_1 mg - \mu_2(m + M)g}{M}$.

• Điều kiện :

+ $a_2 > 0 \quad \Rightarrow \quad F > \mu_1 mg + \mu_2(m + M)g$ (1)

+ Để tấm ván trượt dưới vật thì :

$a_2 > a_1 \quad \Rightarrow \quad F > (\mu_1 + \mu_2)(m + M)g$ (2)

F thỏa mãn (2) hiển nhiên thỏa mãn (1)

nên : $F > (\mu_1 + \mu_2)(m + M)g = 15N$ (3)

2.a) F = 20N

• $a_1 = \mu_1 \times g = 2m/s^2$

• $a_2 = \dfrac{F - \mu_1 mg - \mu_2(m + M)g}{M} = 4{,}5m/s^2$

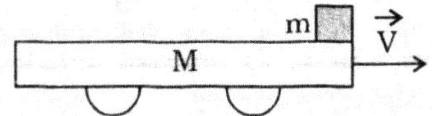
($a_2 > a_1$ nên tấm ván trượt dưới vật : Kết quả nầy đúng với điều kiện (3))

b) F = 15N

$$a_1 = a_2 = 2m/s^2$$

Vật m nằm yên trên tấm ván.

124 Một xe nhỏ trong phòng thí nghiệm có khối lượng M = 2kg đang chạy không ma sát với vận tốc V = 1,05m/s trên mặt nằm ngang thì 1 vật nhỏ có khối lượng m = 100g được thả nhẹ xuống sàn xe ở mép nước (hình vẽ). Hệ số ma sát giữa vật và sàn là $\mu = 0{,}2$. Lấy $g = 10m/s^2$



a) Tính gia tốc của vật và xe sau khi thả vật.

b) Sau bao lâu thì vật nằm yên trên sàn xe, lúc đó vật cách mép trước bao nhiêu ? (Cho rằng sàn xe đủ dài để vật không rơi trước khi dừng lại).

c) Tính vận tốc cuối cùng của xe.

Hướng dẫn

a) • Vật chịu tác dụng lực theo phương ngang là $\vec{F}_{1ms}$:

$$a_1 = \frac{F_{1ms}}{m} = \mu g = 2m/s^2$$

• Xe chỉ chịu tác dụng lực theo phương ngang là $\vec{F}_{2ms}$:

$$a_{2x} = \frac{-F_{2ms}}{M} = -\frac{\mu mg}{M} = -0{,}1\,m/s^2$$

Xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc $0{,}1m/s^2$.

b) • Vận tốc của vật và xe (đối với đất) lúc t :

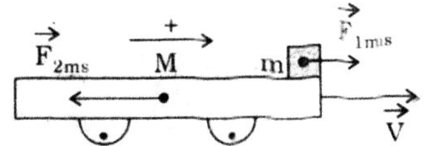
$$V_{1x} = a_{1x}t = 2t$$

$$V_{2x} = V_{ox} + a_{2x}.t = 1{,}05 - 0{,}1t \qquad (*)$$

• Vật nằm yên trên sàn xe khi : $V_{1x} = V_{2x}$

$2t_o = 1{,}05 - 0{,}1t_o \quad \Rightarrow \quad t_o = 0{,}5\ (s)$

- Độ dời của vật và xe so với đất :



$$S_{1x} = \frac{1}{2}a_{1x}t_o^2 = 0{,}25m$$

$$S_{2x} = \frac{1}{2}a_{2x}t_o^2 + V_{ox}.t_o = 0{,}5125m$$

- Độ dời của vật so với mép trước xe : $\Delta S_x = S_{2x} - S_{1x} = 0{,}2625m$

c) Vận tốc cuối của xe là vận tốc lúc t_o : (*) $\Rightarrow V_{2x} = 1m/s$.

§7. CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT BỊ NÉM

Loại 1 : *CHUYỂN ĐỘNG NÉM ĐỨNG*

- Gia tốc : $\vec{g}$
- Vận tốc : $V_x = g_x.t + V_{ox}$
- Phương trình chuyển động : $x = \frac{1}{2}g_x t^2 + V_{ox}.t + x_o$
- Biểu thức liên hệ giữa V_x, V_{ox} và S_x : $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2g_x.S_x$
- Độ cao cực đại : $H_{max} = \frac{V_o^2}{2g}$.

CHUYỂN ĐỘNG NÉM ĐỨNG

125 Người ta ném thẳng đứng lên cao một vật với vận tốc ban đầu $v_o = 10m/s$. Lấy $g = 10m/s^2$. Từ các phương trình chuyển động ném đứng :

$$x = \frac{1}{2}g_x t^2 + V_{ox}.t + x_o \quad (1)$$

$$V_x = g_x t + V_{ox} \quad (2)$$

$$V_x^2 - V_{ox}^2 = 2g_x.S_x \quad (3)$$

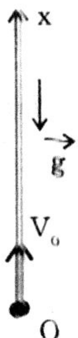
hãy suy ra :

a) Độ cao cực đại mà vật lên tới được (H_{max}).

b) Thời gian vật đi lên điểm cao nhất và thời gian vật trở lại vị trí cũ kể từ lúc ném. So sánh thời gian vật đi lên và rơi xuống.

c) Vận tốc của vật tại độ cao $h = \frac{H_{max}}{2}$.

Giải



Chọn : Trục tọa độ Ox thẳng đứng, chiều dương hướng lên, gốc tọa độ O là điểm ném.

a) Độ cực đại (H_{max}) :

$$V_x^2 - V_{ox}^2 = 2g_x.S_x$$

$$\text{Có} \begin{cases} V_x = 0 \\ V_{ox} = V_o = 10m/s \\ g_x = -g = -10m/s^2 \\ S_x = H_{max} \end{cases} \quad \text{nên} \quad 0 - V_o^2 = -2gH_{max}$$

$$\Rightarrow \quad H_{max} = \frac{V_o^2}{2g} = 5m$$

b) Thời gian vật đi lên và rơi xuống :

- $V_x = V \quad g_x t$

$$\text{Với} \begin{cases} V_x = 0 \\ V_{ox} = V_o = 10m/s \\ g_x = -g = -10m/s^2 \end{cases} \quad \text{nên} \quad 0 = V_o - gt_1 \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{V_o}{g} = 1s$$

- $x = \frac{1}{2} g_x t^2 + V_{ox}.t + x_o$

Khi trở về vị trí cũ : x = 0 nên $0 = -\frac{1}{2} g t_2^2 + V_o . t_2$

$$0 = t_2\left(-\frac{1}{2} g t_2 + V_o\right)$$

$$t_2 \neq 0 \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{2V_o}{g} = 2s$$

- Thời gian vật rơi xuống : $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{V_o}{g} = 1s$

Vậy : Thời gian vật đi lên và rơi xuống bằng nhau.

c) Vận tốc của vật tại $h = \frac{H_{max}}{2}$

$$V_x^2 = V_{ox}^2 + 2g_x.S_x = V_o^2 - 2g.\frac{H_{max}}{2} \qquad \text{với } H_{max} = \frac{V_o^2}{2g} = \frac{V_o^2}{2}$$

$$V_x = \pm\frac{V_o}{\sqrt{2}} = \pm 5\sqrt{2} \text{ m/s.}$$

(Dấu ± chứng tỏ tại 1 điểm, vận tốc có phương thẳng đứng với 2 chiều khác nhau).

CHUYỂN ĐỘNG NÉM ĐỨNG VÀ RƠI TỰ DO

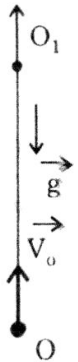
126 **Một vật được thả rơi tự do ở độ cao h = 95m. 1 giây sau từ mặt đất ta phóng thẳng đứng lên 1 vật có vận tốc ban đầu $V_o = 20m/s$. Lấy $g = 10m/s^2$.**

a) Lấy cùng trục tọa độ và cùng gốc thời gian, hãy viết phương trình chuyển động của mỗi vật.

b) Chúng gặp nhau ở độ cao nào và lúc đó vật ném lên đang đi lên hay đi xuống với vận tốc bao nhiêu ?

Giải

a) Phương trình chuyển động :



- Chọn : + Trục tọa độ là đường thẳng đứng với gốc tọa độ là chỗ ném vật, chiều dương hướng lên.
  + Gốc thời gian là lúc thả vật.
- Phương trình chuyển động chung cho cả hai vật có dạng :

$$x = \frac{1}{2}g_x(t - t_o)^2 + V_{ox}(t - t_o) + x_o$$

Cả 2 trường hợp : $g_x = -g = -10m/s^2$.

- Vật rơi tự do : $\begin{cases} V_{ox} = 0 \\ x_o = \overline{OO_1} = 95m \\ t_o = 0 \end{cases}$ nên : $x_1 = -5t^2 + 95(m)$ (*)

- Vật ném đứng : $\begin{cases} V_{ox} = V_o = 20m/s \\ x_o = 0 \\ t_o = 1s \end{cases}$ nên : $x_2 = -5(t - 1)^2 + 20(t - 1)(m)$

b) Vị trí gặp nhau :

$x_1 = x_2 \Leftrightarrow -5t^2 + 95 = -5(t - 1)^2 + 20(t - 1) \Rightarrow t = 4$ (s)

(*) $\Rightarrow x_1 = 15$ (m)

Hai vật gặp nhau ở độ cao h = 15m.

- Vận tốc vật thứ 2 :

$$V_{2x} = g_x(t - t_o) + V_{ox} = -10(4 - 1) + 20 = -10m/s < 0$$

Vậy lúc gặp nhau vật thứ hai đang đi xuống với $V_2 = 10m/s$.

CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT TRONG THANG MÁY

127 Trên trần thang máy có treo 1 vật nặng, vật này cách sàn h = 0,5m. Thang máy bắt đầu đi lên từ mặt đất với gia tốc a = 2m/s². Sau đó 1s, dây treo bị đốt. Lấy g = 10m/s². Tính :

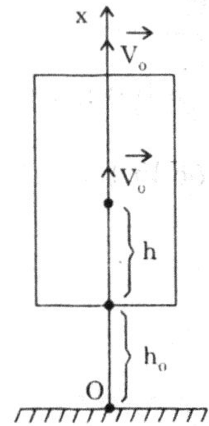
a) Thời gian để vật chạm sàn kể từ lúc đốt dây.

b). Khoảng cách thẳng đứng của vật lúc đốt dây và lúc chạm sàn.

Giải

a) Thời gian vật chạm sàn :

Xét hệ qui chiếu gắn liền với mặt đất.



- Trục tọa. độ là đường thẳng đứng với gốc tọa độ là mặt đất, chiều dương hướng lên.
- Gốc thời gian là lúc đốt dây.

Gọi V_o là vận tốc của thang máy lúc đốt dây thì đó cũng là vận tốc vật lúc đốt dây.

Phương trình chuyển động của sàn :

$$x_1 = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{ox}t + h_o = \frac{1}{2}at^2 + V_o t + h_o$$

Phương trình chuyển động của vật :

$$x_2 = \frac{1}{2}g_x t^2 + V_{ox}t + (h_o + h) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o t + (h_o + h) \quad (*)$$

Lúc vật chạm sàn : $x_1 = x_2$

$$\frac{1}{2}at^2 + V_o t + h_o = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o t + (h_o + h)$$

$$\frac{1}{2}(a + g)t^2 = h$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a + g}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}(s)$$

b) Khoảng cách thẳng đứng của vật lúc đốt dây và lúc chạm sàn :

- Lúc đốt dây : $x_2 = h + h_o$
- Lúc chạm sàn :

Thay $v_o = a.t = 2.1 = 2m/s$ và $t = \frac{1}{2\sqrt{3}}s$ vào (*), ta được :

$$x_2' = -\frac{1}{2}.10\left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)^2 + 2\left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right) + (h + h_o) \approx 0{,}16 + (h + h_o)$$

- Khoảng cách : $\Delta x = x_2' - x_2 = 0{,}16m$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

128 Một vật được ném thẳng đứng lên cao và đạt độ cao cực đại là 20m. Tính vận tốc ban đầu và thời gian vật rơi xuống chỗ ném (kể từ lúc ném). Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : • $H_{max} = \frac{V_o^2}{2g} \Rightarrow V_o = 20m/s$

• $t = 2\left(\frac{V_o}{g}\right) = 4s$.

129 Một vật được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc ban đầu V_o. Hỏi ở độ cao bằng nửa độ cao cực đại mà vật có thể lên tới được $\left(h = \frac{H_{max}}{2}\right)$ thì vận tốc là bao nhiêu ?

Hướng dẫn

$$\begin{cases} V^2 - V_o^2 = -2gh \\ h = \dfrac{H_{max}}{2} = \dfrac{V_o^2}{4g} \end{cases} \Rightarrow \quad V = \frac{V_o}{\sqrt{2}}.$$

130 Một máy bay đang bay lên thẳng đứng với vận tốc V_o thì để rơi một vật nặng. Khi vật rơi, máy bay cách mặt đất một độ cao H. Hỏi :

a) Sau bao lâu thì vật rơi xuống đất.

b) Vận tốc lúc chạm đất.

Hướng dẫn

a) $x = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o t = -H \quad \Rightarrow \quad t = \dfrac{V_o + \sqrt{V_o^2 + 2gH}}{g}$

b) $V_x = V_{ox} + g_x.t = V_o - gt = -\sqrt{V_o^2 + 2gH}$.

131 Từ cùng một điểm người ta ném hai vật từ dưới lên trên theo phương thẳng đứng với cùng vận tốc ban đầu V_o, vật nọ cách vật kia một khoảng thời gian T giây. Hai vật sẽ gặp nhau ở độ cao nào ?

Hướng dẫn

- $x_1 = -\frac{1}{2}gt^2 + V_{ox}t$
- $x_2 = -\frac{1}{2}g(t-T)^2 + V_o(t-T)$
- $x_1 = x_2 \quad \Rightarrow \quad x = \dfrac{V_o^2}{2g} - \dfrac{gT^2}{8}$.

132 Từ mặt đất ta ném một vật lên cao theo phương thẳng đứng với vận tốc $V_o = 40m/s$.

a) Tính độ cao cực đại H mà vật đạt tới và thời gian để vật lên tới độ cao đó.

b) Tính thời gian kể từ lúc vật bắt đầu đi xuống đến khi chạm đất và vận tốc lúc chạm đất. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : *a)* H = 80m *b)* t = 4s; V = 40m/s.

133 Một thang máy đang hạ thấp xuống với vận tốc không đổi $V_1 = 5m/s$ thì một vật được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc V_2. Lấy $g = 10m/s^2$.

Sau bao lâu thì vật rơi trở lại cùng độ cao với sàn thang máy với :

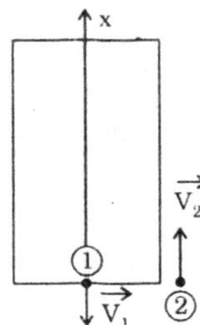
a) $V_2 = 20m/s$ so với thang máy.

b) $V_2 = 20m/s$ so với đất.

Hướng dẫn

Lấy hệ qui chiếu gắn liền với thang máy

Gốc tọa độ tại sàn, chiều (+) hướng lên.



- Phương trình : $x = -\frac{1}{2}gt^2 + V_{12}.t$

a) $V_{12} = V_2 = 20m/s$

$x = 0 \Rightarrow t = 4s$

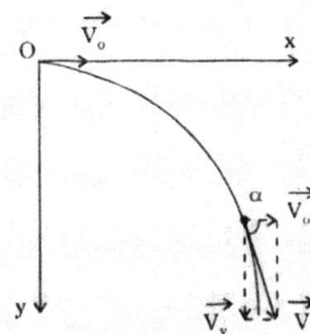
b) $V_{12} = V_1 + V_2 = 25m/s$

$x = 0 \Rightarrow t = 5s.$

Loại 2 : *CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG*

- *Phương trình chuyển động :* $\begin{cases} x = V_o.t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$

- *Phương trình quỹ đạo :* $y = \frac{1}{2}\frac{g}{V_o^2}x^2$



- *Vận tốc :* $V_x = V_o$: *const*

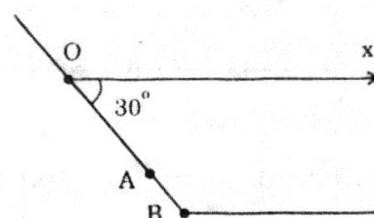
$V_y = g.t = \sqrt{2g.y}$

$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_o^2 + 2gy}$

$tg\alpha = \frac{V_y}{V_x} = \frac{\sqrt{2gy}}{V_o}$.

CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

134 **Sườn đồi có thể coi là mặt phẳng nghiêng, góc nghiêng α = 30° so với trục Ox nằm ngang. Từ điểm O trên sườn đồi người ta ném một vật nặng với vận tốc ban đầu V_o theo phương Ox.**



1. Viết phương trình chuyển động của vật nặng và phương trình của quỹ đạo vật nặng.

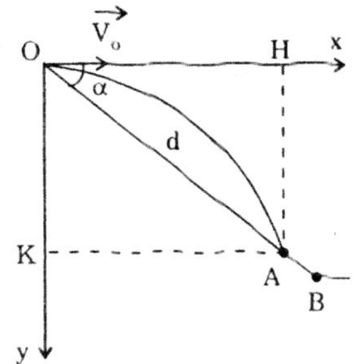
2. Tính khoảng cách d = OA từ chỗ ném đến điểm rơi A của vật nặng trên sườn đồi, biết V_o = 10m/s

3. Điểm B ở chân đồi, gần O nhất, cách O đoạn l = OB = 15m. Vận tốc ban đầu V_o phải thế nào để vật nặng không rơi ở sườn đồi mà rơi ở quá chân đồi. Cho g = 10m/s^2.

(Đề thi TS. ĐHQG Hà Nội – 1976)

Giải

1. *Phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo:*



- Phương trình chuyển động $\begin{cases} x = V_0 . t \\ y = \dfrac{1}{2} gt^2 \end{cases}$

- Phương trình quỹ đạo : $y = \dfrac{1}{2}\dfrac{g}{V_0^2} x^2$ (*)

2. *Khoảng cách d = OA :* x_A = OH = dcosα

y_A = OK = dsinα

Vì A nằm trên quỹ đạo của vật nặng nên x_A và y_A nghiệm đúng (*), do đó :

$$d\sin\alpha = \frac{1}{2}\frac{g}{V_0^2}(d\cos\alpha)^2 \quad \Rightarrow \quad d = \frac{2V_0^2}{g} \times \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = 1{,}33\text{m}.$$

3. *Giá trị vận tốc V_o để vật rơi quá chân đồi :*

Vật rơi quá chân đồi : $d = \dfrac{2V_0^2}{g} \times \dfrac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} > OB$

$$\Rightarrow \quad V_0^2 > \frac{g.OB}{2} . \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha} \quad \Rightarrow \quad V_0 > 10{,}6\text{m/s}.$$

VẬT NÉM NGANG TRÚNG MỤC TIÊU DI ĐỘNG

135 Một máy bay đang bay ngang với vận tốc V_1 ở độ cao h so với mặt đất muốn thả bom trúng một đoàn xe tăng đang chuyển động với vận tốc V_2 trong cùng mặt phẳng thẳng đứng với máy bay.

Hỏi còn cách xe tăng bao xa thì cắt bom (đó là khoảng cách từ đường thẳng đứng qua máy bay đến xe tăng) trong hai trường hợp :

a) Máy bay và xe tăng chuyển động cùng chiều.

b) Máy bay và xe tăng chuyển động ngược chiều.

Giải

Chọn $\begin{cases} \bullet \text{ Gốc tọa độ O là điểm cắt bom} \\ \bullet \text{ t = 0 lúc cắt bom} \end{cases}$

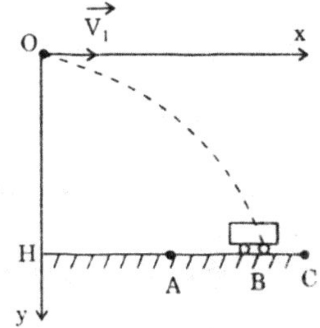
Phương trình chuyển động : $x = V_1.t$ (1)

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

Phương trình quỹ đạo : $$y = \frac{1}{2}\frac{g}{V_1^2}x^2.$$

Bom sẽ rơi theo nhánh parabol và gặp mặt đường tại B.

Bom sẽ trúng xe khi bom và xe cùng lúc đến B.



(2) $\Rightarrow$ $$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

(1) $\Rightarrow$ $$x_B = V_1.\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Lúc t = 0 máy bay ở O còn xe ở A hoặc C mà :

$$AB = CB = V_2.t = V_2\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

a) Máy bay và xe tăng chuyển động cùng chiều thì lúc t = 0 xe tăng ở A với HA = HB – AB

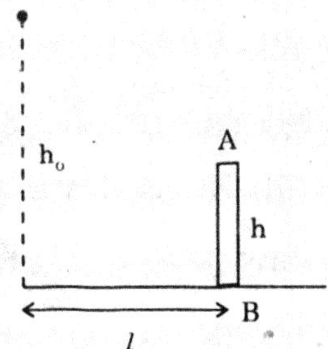
$$HA = (V_1 - V_2)\sqrt{\frac{2h}{g}} \qquad (V_1 \geq V_2)$$

b) Máy bay và xe tăng chuyển động ngược chiều thì lúc t = 0 xe tăng ở C: HC = HB + BC

$$HC = (V_1 + V_2)\sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

ĐẠN BẮN NGANG VÀ ĐI SÁT CHÂN TƯỜNG NHẤT

136 **Ở một đồi cao h_o = 100m người ta đặt một súng cối nằm ngang và muốn bắn sao cho quả đạn rơi về phía bên kia của tòa nhà và gần bức tường AB nhất (Hình vẽ). Biết tòa nhà cao h = 20m và tường AB cách đường thẳng đứng qua chỗ bắn là l = 100m. Lấy g = 10m/s².**



a) Tìm khoảng cách từ chỗ viên đạn chạm đất đến chân tường AB.

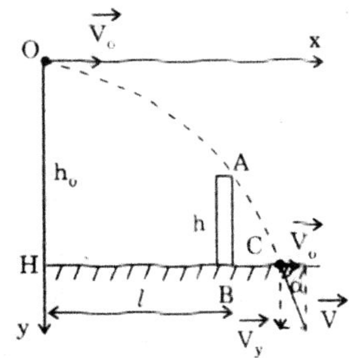
b) Xác định vận tốc khi đạn chạm đất.

Giải

a) Khoảng cách BC :

Chọn
- Gốc tọa độ O là chỗ đặt súng
- t = 0 lúc bắn

Phương trình quỹ đạo : $y = \frac{1}{2}\frac{g}{V_o^2}x^2$



Để đạn chạm đất gần chân tường nhất thì quỹ đạo của đạn đi sát đỉnh A của tường nên :

$$y_A = \frac{1}{2}\frac{g}{V_o^2}x_A^2$$

$$\Rightarrow \quad V_o = \sqrt{\frac{1}{2}\frac{g}{y_A}}.x_A = \sqrt{\frac{1}{2}.\frac{10}{80}}.100 = 25\,m/s$$

Vị trí đạn chạm đất là C mà :

$$x_C = V_o\sqrt{2\frac{y_C}{g}} = V_o\sqrt{2\frac{h_o}{g}} = 25\sqrt{2.\frac{100}{10}} \approx 111{,}8m$$

Vậy : $BC = x_C - l = 11{,}8m$.

b) Vận tốc viên đạn lúc chạm đất :

Hình vẽ $\Rightarrow V = \sqrt{V_o^2 + V_y^2}$ với $V_y = gt = g\sqrt{2\frac{y}{g}} = \sqrt{2gy}$

tại C thì $y = h_o$ nên $V = \sqrt{V_o^2 + 2gh_o} = \sqrt{25^2 + 2.10.100} \approx 51{,}2m/s$

$\vec{V}$ hợp với phương ngang góc α mà :

$$tg\alpha = \frac{V_y}{V_o} = \frac{\sqrt{2gh}}{V_o} = \frac{\sqrt{2.10.100}}{25} = 1{,}788.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

137 Một máy bay đang bay ngang ở độ cao h = 3000m so với mặt đất với vận tốc $V_o = 540km/h$ thì cắt bom. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Lập phương trình quỹ đạo của bom sau khi cắt.

b) Tính thời gian rơi.

c) Khoảng cách từ chỗ bom chạm đất đến đường thẳng đứng qua vị trí máy bay lúc cắt bom là bao nhiêu ?

d) Xác định vận tốc (cả độ lớn và phương) của bom lúc chạm đất.

ĐS : *a)* $y = \frac{1}{2}\frac{g}{V_o^2}x^2 = \frac{x^2}{4500}m$ *b)* $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 24{,}5(s)$

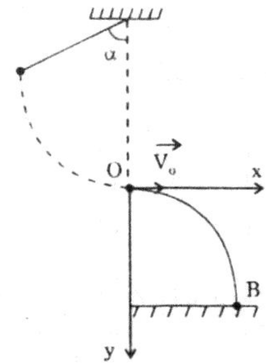
c) $x = V_o t \approx 3674\ (m)$

d) • $V = \sqrt{V_o^2 + 2gh} \approx 287m/s$

• $\vec{V}$ hợp với phương ngang góc α mà : $tg\alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{V_o} \approx 1{,}63.$

138 Một con lắc đơn có vị trí cân bằng O cách mặt đất 1m. Lấy $g = 10m/s^2$. Kéo con lắc lệch ra khỏi vị trí cân bằng một góc α rồi thả. Khi trở lại vị trí cân bằng O con lắc có vận tốc $V_o = 2,24m/s$ và dây đứt.

Tìm phương trình quỹ đạo của vật sau khi dây đứt và tính khoảng cách từ điểm vật chạm đất đến phương thẳng đứng qua điểm treo.



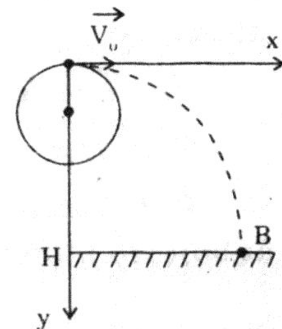
ĐS : • $y = \frac{1}{2}\frac{g}{V_o^2}x^2 = x^2(m)$

• $x_B = V_o\sqrt{\frac{2h}{g}} = 1(m)$.

139 Một bánh xe có bán kính R = 2m quay đều xung quanh một trục nằm ngang cách mặt đất 4m với vận tốc 180 vòng / phút. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Tính vận tốc dài của một điểm trên vành bánh xe.

b) Một vật nhỏ gắn trên bánh xe bị tách khỏi bánh khi lên đến điểm cao nhất. Tính khoảng cách từ chỗ vật chạm đất đến đường thẳng đi qua trục bánh xe.

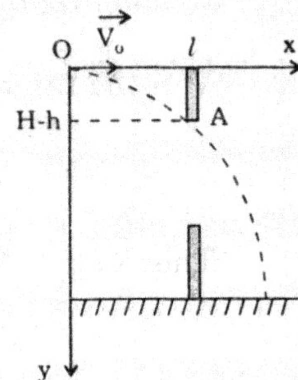


ĐS : *a)* $V_o = \omega R \approx 37,7m/s$

b) $HB = V_o\sqrt{\frac{2h}{g}} = 41,3m$.

140 Một người đứng ở độ cao H so với mặt đất ném ngang một vật vào cửa sổ nhà bên cạnh. Khoảng cách từ chỗ ném đến cửa sổ là l. Mép trên của cửa sổ cách mặt đất là h < H. Để vật có thể rơi vào trong nhà và cách xa cửa xổ nhất thì vận tốc V_o bằng bao nhiêu ?

Hướng dẫn



• Phương trình quỹ đạo : y $\frac{1}{2}\frac{g}{V_o^2}x^2$

• Vật cách xa cửa sổ nhất khi quỹ đạo qua A :

$$V_o = l\sqrt{\frac{g}{2(H-h)}}$$

Loại 3 : CHUYỂN ĐỘNG NÉM XIÊN

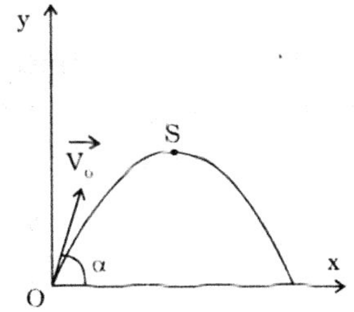
I. *Phương trình chuyển động :* $\begin{cases} x = (V_o\cos\alpha.t) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t \end{cases}$

II. Phương trình quỹ đạo : $y = -\dfrac{g}{2(V_o\cos\alpha)^2}x^2 + \text{tg}\alpha.x$

III. Độ cao đỉnh S : $H = \dfrac{(V_o\sin\alpha)^2}{2g}$

IV. Tầm ném : $x_M = \dfrac{V_o^2\sin 2\alpha}{g}$

V. Vận tốc tại độ cao h : $V = \sqrt{V_o^2 - 2gh}$



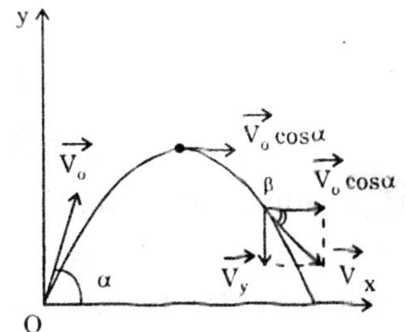
CHUYỂN ĐỘNG NÉM XIÊN

141 **Một vật được ném lên từ mặt đất theo phương xiên góc. Tại điểm cao nhất của quỹ đạo vật có vận tốc bằng một nửa vận tốc ban đầu và độ cao h_o = 15cm. Lấy g = 10m/s^2.**

a) Viết phương trình quỹ đạo của vật.

b) Tính tầm ném (khoảng cách từ chỗ ném đến chỗ chạm đất).

c) Ở độ cao nào (so với mặt đất) vận tốc của vật hợp với phương ngang góc 30° ?



Giải

Chọn
- Gốc O là chỗ ném
- Hệ trục tọa độ xOy
- t = 0 lúc ném

a) Phương trình quỹ đạo :

- Vận tốc tại 1 điểm : $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$ tại S : $V_y = 0$ nên :

$$\vec{V}_S = \vec{V}_x = \vec{V}_o\cos\alpha$$

Theo đề : $V_S = \dfrac{V_o}{2}$ hay : $V_o\cos\alpha = \dfrac{V_o}{2}$

$$\Rightarrow \quad \cos\alpha = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 60^o$$

- Độ cao của S : $y_S = \dfrac{(V_o\sin\alpha)^2}{2g}$

$$\Rightarrow \quad V_o = \frac{\sqrt{2gy_S}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2\times 10\times 15}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 20\text{m/s}$$

- Phương trình quỹ đạo :

$$y = -\frac{g}{2V_o^2\cos^2\alpha}x^2 + tg\alpha.x = -\frac{10}{2(20)^2.\left(\frac{1}{2}\right)^2}x^2 + \sqrt{3}.x$$

$$y = -\frac{x^2}{20} + \sqrt{3}.x \text{ m}$$

b) Tầm ném : $x_M = \frac{V_o^2\sin 2\alpha}{g} = \frac{20^2.\sin 120^2}{10} = 20\sqrt{3} \approx 34,64\text{m}$

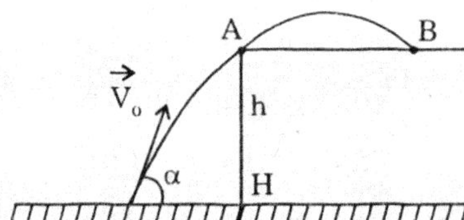
c) Độ cao : $V = \sqrt{V_o^2 - 2gh} \Rightarrow h = \frac{V_o^2 - V^2}{2g}$

Với : $V = \frac{V_x}{\cos\beta} = \frac{V_o\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{20.\cos 60^0}{\cos 30^0} = \frac{20}{\sqrt{3}}$ (m/s)

Vậy : $h = \frac{20^2 - \left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2}{2.10} = \frac{40}{3} \approx 13,3$ (m).

ĐỊNH GÓC NGHIÊNG BAN ĐẦU

142 **Em bé ngồi dưới sàn nhà ném một viên bi lên bàn cao h = 1m với vận tốc $V_o = 2\sqrt{10}$ m/s. Để viên bi có thể rơi xuống mặt bàn ở B xa mép bàn A nhất thì vận tốc $\vec{V}_o$ phải nghiêng với phương ngang một góc α bằng bao nhiêu ? Tính AB và khoảng cách từ chỗ ném O đến chân bàn H. Lấy g = 10m/s².**



Giải

Để viên bi có thể rơi xa mép bàn A nhất thì quỹ đạo của viên bi phải đi sát A. Gọi $\vec{V}_1$ là vận tốc tại A và hợp với AB góc α_1 mà : $AB = \frac{V^2\sin 2\alpha_1}{g}$ (*)

(coi như được ném từ A với AB là tầm ném).

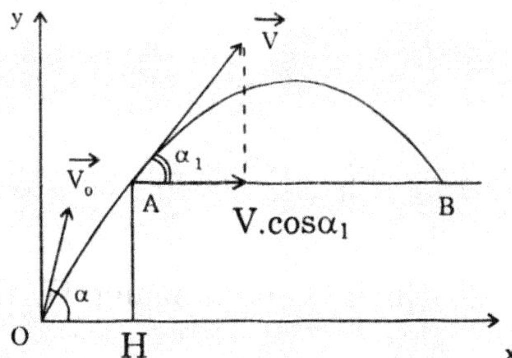
Để AB lớn nhất thì : $\sin 2\alpha_1 = 1$

$\Rightarrow \alpha_1 = \pi/4$

- Ta biết thành phần ngang của các vận tốc đều bằng nhau nên

$V_o\cos\alpha = V\cos\alpha_1$

$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{V}{V_o}\cos\alpha_1$



Với $\begin{cases} V = \sqrt{V_o^2 - 2gh} \\ \cos\alpha_1 = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \end{cases}$

nên $\cos\alpha = \dfrac{\sqrt{V_o^2 - 2gh}}{V_o}.\dfrac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{\dfrac{1}{2} - \dfrac{gh}{V_o^2}} = \sqrt{\dfrac{1}{2} - \dfrac{10 \times 1}{(2\sqrt{10})^2}} = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$

- Thay $\begin{cases} V^2 = V_o^2 - 2gh \\ \sin 2\alpha_1 = 1 \end{cases}$ $(*) \Rightarrow AB = \dfrac{V_o^2 - 2gh}{g}$

$$AB = \frac{V_o^2}{g} - 2h = \frac{(2\sqrt{10})^2}{10} - 2.1 = 1m$$

- Phương trình quỹ đạo của viên bi trong hệ vuông góc xOy :

$$y = -\frac{g}{2V_o^2\cos^2\alpha}x^2 + tg\alpha.x = -\frac{10}{2(2\sqrt{10})^2\left(\frac{1}{2}\right)^2}x^2 + \sqrt{3}x$$

$$y = -\frac{x^2}{2} + \sqrt{3}x(m) \qquad (**)$$

Quỹ đạo qua A và B nên có y = h = 1m nên (**) cho :

$$1 = -\frac{x^2}{2} + \sqrt{3}x \quad \Rightarrow \quad x^2 - 2\sqrt{3}x + 2 = 0 \quad \Rightarrow \quad x = \left| \begin{array}{l} \sqrt{3} + 1(m) \\ \sqrt{3} - 1(m) \end{array} \right.$$

Với $x_A < x_B$ nên : $x_A = \sqrt{3} - 1 \approx 0{,}732$ (m)

Vậy : OH = 0,732m.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

143 Một viên đạn được bắn đi với vận tốc ban đầu $V_o = 100m/s$ và nghiêng với mặt nằm ngang góc $\alpha = 30^\circ$. Lấy $g = 10m/s^2$. Viết phương trình chuyển động trong 2 trường hợp.

a) $\vec{V_o}$ hướng lên. b) $\vec{V_o}$ hướng xuống.

Hướng dẫn

a) Chọn Ox nằm ngang, Oy thẳng đứng hướng lên :

$$y = -\frac{x^2}{1500} + \frac{\sqrt{3}}{3}x \text{ m}$$

b) Chọn Ox nằm ngang, Oy thẳng đứng hướng xuống : $y = \dfrac{x^2}{1500} + \dfrac{\sqrt{3}}{3}x$.

144 Một vật được ném nghiêng với mặt nằm ngang góc 60^o và vận tốc $V_o = 10m/s$. Tính độ cao lớn nhất so với chỗ ném và tầm ném. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : • $h_{max} = \dfrac{V_o^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 3,75m$ • $S = \dfrac{V_o^2 \sin 2\alpha}{g} \approx 8,66m$.

145 Chứng minh rằng độ xa vật ném xiên với góc ném α cũng bằng độ xa khi ném với góc nghiêng $90^o - \alpha$.

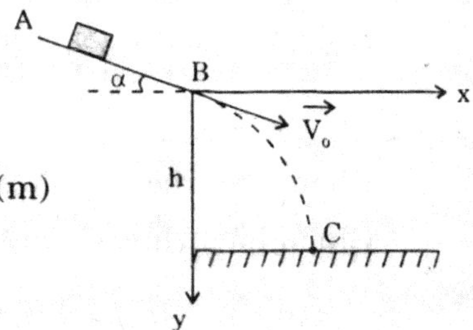
Hướng dẫn

Vì $\sin 2(90^o - \alpha) = \sin 2\alpha$ nên : $S = \dfrac{V_o^2 \sin 2(90^o - \alpha)}{g} = \dfrac{V_o^2 \sin 2\alpha}{g}$.

146 Một vật được thả trượt không ma sát từ đỉnh của mặt phẳng AB = 1m nghiêng góc $\alpha = 30^o$ so với vật nằm ngang. Lấy $g = 10m/s^2$.

1. Viết phương trình quỹ đạo của vật sau khi rời AB.
2. B cách đất 1m. Tính :
   - Thời gian vật chạm đất kể từ lúc rời B.
   - Khoảng cách từ chỗ vật chạm đất đến đường thẳng đứng qua B.
   - Vận tốc vật trước khi chạm đất.

Hướng dẫn



1. + $a = g\sin\alpha = 5m/s^2$

   + $V_o = \sqrt{2al} = \sqrt{10}$ m/s

   + $y = \dfrac{g}{2V_o^2 \cos^2 \alpha} x^2 + tg\alpha.x = \dfrac{2}{3}x^2 + \dfrac{\sqrt{3}}{3}x$ (m)

2. + $h = \dfrac{1}{2}gt^2 + V_o \sin \alpha t \Rightarrow t = 0,316s$

   + $x_c = (V_o\cos\alpha)t \approx 0,865m$

   + $V = \sqrt{(V_o \cos\alpha)^2 + (gt + V_o \sin\alpha)^2} \approx 5,47m/s$.

§8. HỆ QUI CHIẾU CÓ GIA TỐC. LỰC QUÁN TÍNH

1. Hệ qui chiếu phi quán tính

Hệ qui chiếu phi quán tính là hệ qui chiếu chuyển động có gia tốc so với hệ qui chiếu quán tính (coi gần đúng đó là hệ qui chiếu gắn liền với mặt đất).

2. Lực quán tính : $\vec{f}_q = -m\vec{a}$

Độ lớn : $f_q = m|a|$

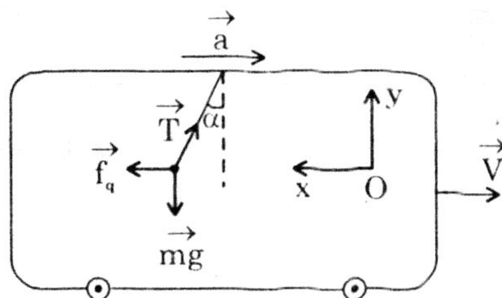
3. *Tính chất lực quán tính*

Lực quán tính cũng gây ra biến dạng hoặc gây ra gia tốc cho vật nhưng nó không do tác dụng của vật này lên vật khác nên nó không có phản lực.

DÂY TREO TRONG TOA TÀU CHUYỂN ĐỘNG CÓ GIA TỐC BỊ LỆCH

147 **Một quả cầu nhỏ có khối lượng m = 400g buộc vào đầu một đoạn dây không co dãn rồi treo vào trần của toa tàu đang chuyển động nhanh dần đều thì người ngồi trong toa tàu thấy dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 30^0$. Lấy $g = 9,8m/s^2$. Tính gia tốc của toa tàu và sức căng dây.**

Giải



Chọn hệ qui chiếu gắn với toa tàu.

3 lực tác dụng vào quả cầu :

- Trọng lực $\overrightarrow{mg}$
- Lực căng $\vec{T}$ của dây.
- Lực quán tính $\vec{f}_q = -m\vec{a}$ ngược hướng với gia tốc $\vec{a}$ nên kéo con lắc lệch về phía sau.

Đối với người ngồi trong toa tàu thấy vật đứng yên nên :

$$\overrightarrow{mg} + \vec{T} + \vec{f}_q = 0 \qquad (*)$$

Chọn hệ trục tọa độ xOy gắn với toa tàu.

Chiếu biểu thức (*) xuống trục Oy ta được :

$$-mg + T\cos\alpha + 0 = 0 \quad \Rightarrow \quad T = \frac{mg}{\cos\alpha} = \frac{0,4 \times 9,8}{\cos 30^0} \approx 4,53\ (N)$$

Và chiếu xuống Ox ta được : $0 - T\sin\alpha + |f_q| = 0$

$$\Rightarrow \quad -T\sin\alpha + ma = 0$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{T\sin\alpha}{m} = \frac{4,53.\sin 30^0}{0,4} \approx 5,66\ (m/s^2).$$

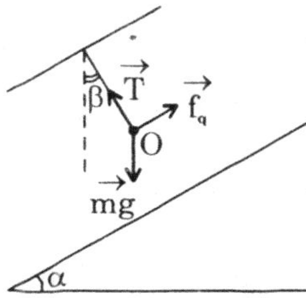
DÂY TREO TRONG Ô TÔ CHUYỂN ĐỘNG DỐC

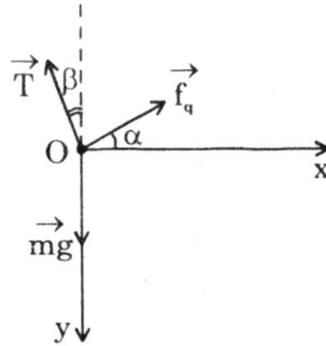
148 **Một vật nặng treo vào đầu đoạn dây không co dãn, đầu kia treo ở trần ô tô lăn xuống dốc nghiêng với mặt ngang góc $\alpha = 30^0$. Người ngồi trong ô tô sẽ thấy vật nặng đứng yên và lúc này dây treo hợp với phương thẳng đứng góc β. Tính β trong hai trường hợp**

a) Ô tô lăn không ma sát.

b) Ô tô lăn với hệ số ma sát $\mu = 0,2$.

Giải





Lấy hệ qui chiếu gắn liền với ô tô. Vật nặng chịu tác dụng 3 lực :

- Trọng lực $\overrightarrow{mg}$
- Sức căng $\vec{T}$
- Lực quán tính $\vec{f}_q = -m\vec{a}$ ngược hướng với gia tốc $\vec{a}$ nên kéo dây treo lệch về phía sau (và có phương song song với mặt dốc)

Đối với người ngồi trong ô tô thấy vật đứng yên nên :

$$\overrightarrow{mg} + \vec{T} + \vec{f}_q = 0 \quad (1)$$

Chọn hệ trục tọa độ xOy gắn trong ô tô như hình vẽ :

Chiếu (1) xuống trục Ox ta được :$0 - T\sin\beta + |f_q|\cos\alpha = 0$

$$\Leftrightarrow \quad T\sin\beta = |f_q|\cos\alpha = ma\cos\alpha \quad (2)$$

Và chiếu xuống trục Oy : $mg - T\cos\beta - |f_q|\sin\alpha = 0$

$$\Leftrightarrow \quad T\cos\beta = m(g - a\sin\alpha) \quad (3)$$

Lập tỉ số giữa (2) và (3) : $\text{tg}\beta = \dfrac{a\cos\alpha}{g - a\sin\alpha}$

a) *Không có ma sát* :$a = g\sin\alpha$

$$\text{tg}\beta = \frac{g\sin\alpha.\cos\alpha}{g(1 - \sin^2\alpha)} = \frac{g\sin\alpha.\cos\alpha}{g\cos^2\alpha}.= \text{tg}\alpha$$

Vậy : $\beta = \alpha = 30^0$.

b) *Có ma sát :* $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$$\text{tg}\beta = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha).\cos\alpha}{g[1 - (\sin\alpha - \mu\cos\alpha)\sin\alpha]} = \frac{(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)\cos\alpha}{(1 - \sin^2\alpha) + \mu\sin\alpha\cos\alpha}$$

$$= \frac{a\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{2} - 0{,}2.\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2} + 0{,}2.\frac{1}{2}} \approx 0{,}3383$$

Vậy : $\beta \approx 19^0 48'$.

TREO VẬT NẶNG TRONG THANG MÁY CHUYỂN ĐỘNG

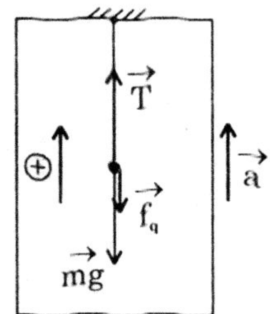
149 **Một vật nặng khối lượng m = 1kg treo vào đầu đoạn dây không co dãn còn đầu kia treo vào trần thang máy đang chuyển động đi lên nhanh dần đều với gia tốc a. Lực căng tối đa mà dây chịu được là 11N. Lấy g = 9,8m/s^2. Tính gia tốc lớn nhất của thang máy để dây không đứt.**

Giải

Chọn hệ qui chiếu gắn liền với thang máy.

Đối với thang máy thì vật nặng đứng yên và nó chịu tác dụng của 3 lực :

- Trọng lực $\overrightarrow{mg}$
- Sức căng $\vec{T}$
- Lực quán tính $\vec{f}_q = -m\vec{a}$ hướng xuống



với : $\overrightarrow{mg} + \vec{T} + \vec{f}_q = 0$

Chọn chiều dương hướng lên.

Chiếu xuống trục đứng : $-mg + T - f_q = 0$

Với f_q = m.a, ta được : $-mg + T - ma = 0 \Leftrightarrow T = m(g + a) \le T_{max}$

$$\Leftrightarrow \quad a \le \frac{T_{max}}{m} - g = \frac{11}{1} - 9,8 = 1,2 \text{ (N)}$$

Vậy : a_{max} = 1,2 (N).

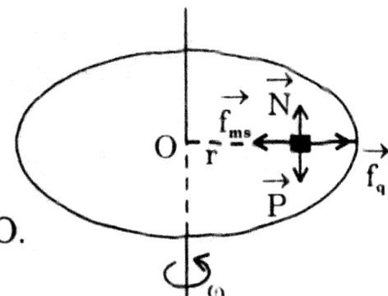
TÁC DỤNG CỦA LỰC QUÁN TÍNH LI TÂM ĐỂ VẬT ĐỨNG YÊN

150 **Một đĩa phẳng tròn có bán kính R = 10cm nằm ngang quay đều quanh trục thẳng đứng đi qua tâm của đĩa. Trên mặt đĩa có đặt vật nhỏ, hệ số ma sát giữa vật và đĩa là μ = 0,1. Hỏi với những giá trị nào của vận tốc góc ω của đĩa thì vật đặt trên đĩa dù ở vị trí nào cũng đứng yên trên đĩa. Lấy g = 10m/s^2.**

Giải

Chọn hệ qui chiếu gắn liền với đĩa thì vật chịu tác dụng 4 lực :

- Trọng lực $\overrightarrow{mg}$
- Phản lực $\vec{N}$ với $\vec{N} + \overrightarrow{mg} = 0$
- Lực quán tính li tâm $\vec{f}_g = -m\vec{a}$ hướng ra tâm O.
- Lực ma sát nghỉ $\overrightarrow{f_{ms}}$ hướng vào tâm O.



Vì vật đứng yên trên đĩa nên :

$$\vec{f}_q + \vec{f}_{ms} = 0 \quad \text{hay về độ lớn :} \quad f_q = f_{ms} \le \mu mg \qquad (*)$$

với $f_q = m\omega^2 r$ (r là khoảng cách từ tâm O tới vị trí vật)

Ở mép đĩa thì r = R lớn nhất nên f_q lớn nhất.

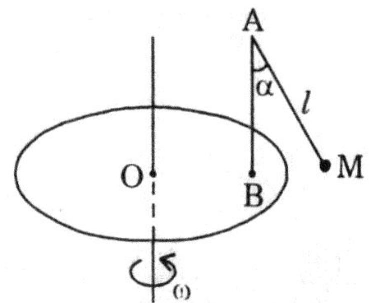
Ở vị trí này nếu vật không trượt thì ở các vị trí khác vật cũng không trượt. Vậy :

$$(*) \Rightarrow \quad m\omega^2 R \le \mu mg \quad \Leftrightarrow \quad \omega^2 \le \frac{\mu g}{R} = \frac{0,1 \times 10}{0,1} = 10$$

$$\Leftrightarrow \quad \omega = \sqrt{10} \approx 3,16 \text{ (rad/s)}.$$

LỰC QUÁN TÍNH LI TÂM TÁC DỤNG VÀO VẬT NẶNG TREO TRÊN DÂY

151 Một đĩa tròn nằm ngang quay đều quanh trục thẳng đứng đi qua tâm O của đĩa. Tại B trên mặt đĩa với OB = 5cm ta cắm thanh cứng AB thẳng đứng. Tại đầu A ta treo đoạn dây không co dãn AM = l = 10cm còn tại đầu M có vật nặng khối lượng m = 100g (Hình vẽ). Khi đĩa quay với vận tốc góc ω = 10 rad/s thì dây AM lệch với thanh cứng góc α = 30⁰. Lấy g = 10m/s². Tính sức căng dây.



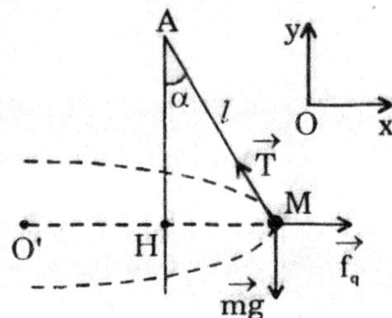
Giải

Khi đĩa quay thì vật nặng chuyển động trên đường tròn tâm O' (nằm trên trục quay) bán kính :

$$R' = O'M = O'H + HM = O'H + l\sin\alpha = 5 + 10\sin 30^0 = 10 \text{ (cm)}$$

Chọn hệ qui chiếu gắn liền với đĩa quay thì vật đứng yên và chịu tác dụng 3 lực :

- Trọng lực $\overrightarrow{mg}$
- Sức căng $\vec{T}$
- Lực quán tính li tâm $\vec{f}_q$



Với : $\overrightarrow{mg} + \vec{T} + \vec{f}_q = 0$

Chiếu xuống trục Ox nằm ngang : $0 - T\sin\alpha + f_q = 0$

$$\Leftrightarrow \quad T\sin\alpha = f_q = m\omega^2 R' \qquad (1)$$

Chiếu xuống Oy thẳng đứng : $-mg + T\cos\alpha + 0 = 0$

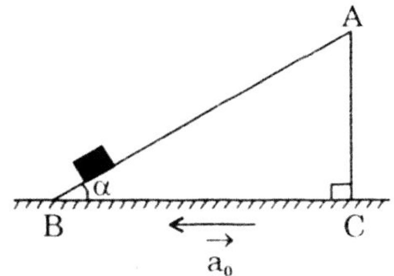
$$\Leftrightarrow \quad T\cos\alpha = mg \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) cho : $T^2 = m^2(\omega^4 R'^2 + g^2)$

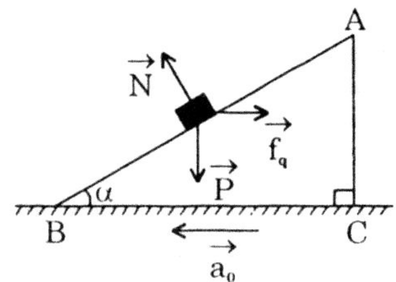
$$\Rightarrow \quad T = m\sqrt{\omega^2 R'^2 + g^2} = 0,1\sqrt{10^4.0,1^2 + 10^2} = \sqrt{2} \text{ (N)}.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

152 Khối nêm hình tam giác vuông ABC góc nghiêng $\alpha = 30^0$ đặt trên mặt bàn nằm ngang. Cho khối nêm chuyển động về bên trái trên mặt bàn với gia tốc $a_0 = 4\sqrt{3}\,m/s^2$ thì vật nhỏ trên nêm sẽ chuyển động đi lên trên mặt phẳng nghiêng với gia tốc a' bằng bao nhiêu so với nêm ? Bỏ qua ma sát. Lấy $g = 9,8m/s^2$.



Hướng dẫn



Lấy hệ qui chiếu gắn liền với nêm.

Chiếu xuống mặt phẳng nghiêng :

$$f_q.\cos\alpha - P.\sin\alpha = m.a'$$

$$a' = a_0\cos\alpha - g\sin\alpha = 1,1m/s^2.$$

153 Một vật khối lượng m đứng yên ở đỉnh một mặt phẳng nghiêng nhờ lực ma sát. Hỏi sau bao lâu vật sẽ ở chân mặt phẳng nghiêng, nếu mặt phẳng nghiêng bắt đầu chuyển động theo phương ngang với gia tốc $a_0 = 1m/s^2$ (Hình vẽ). Biết chiều dài mặt phẳng nghiêng là $l = 1$m, góc nghiêng $\alpha = 30^0$, hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,6$.

Hướng dẫn

Lấy hệ qui chiếu gắn liền với mặt phẳng nghiêng.

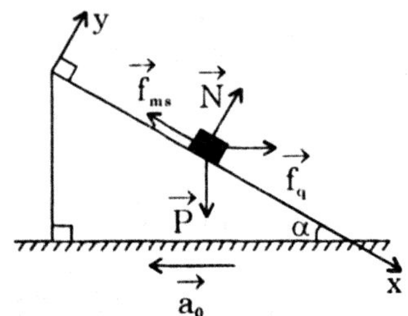
$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} + \vec{f}_q = m\vec{a}'$$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg\sin\alpha - \mu N + ma_0\cos\alpha = ma' \\ -mg\cos\alpha + N + ma_0\sin\alpha = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad a' = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) + a_0(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$$

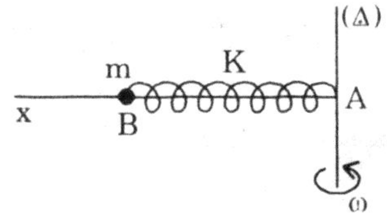
$$\approx 1,358 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a'}} \approx 1,2 \text{ (s)}$$



154 Một lò xo có độ cứng $K = 200\dfrac{N}{m}$. Chiều dài tự nhiên $l_0 = 20$cm, một đầu giữ cố định ở A, đầu kia gắn với quả cầu khối lượng m = 10g có thể trượt

không ma sát trên thanh Ax nằm ngang. Cho thanh Ax quay đều với vận tốc góc $\omega = 20\pi \frac{rad}{s}$ xung quanh trục (Δ) thẳng đứng. Tính độ dãn của lò xo khi vật đứng yên ở B trên thanh.



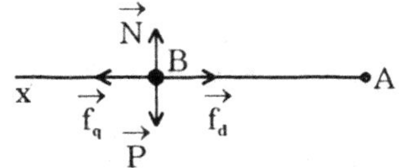
Hướng dẫn

Lấy hệ qui chiếu gắn liền với thanh Ax. Lúc đứng yên ở B :

$$f_q = f_{\text{đàn hồi}}$$

$$m\omega^2(l_0 + \Delta l) = K\Delta l$$

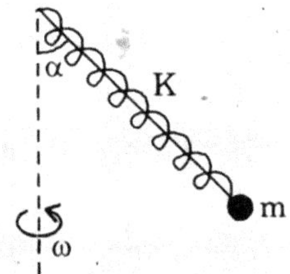
$$\Rightarrow \quad \Delta l = \frac{m\omega^2 l_0}{K - m\omega^2} = 0,05 \text{ (m)}.$$



155 Tìm số vòng quay tối đa trong mỗi phút để vật không trượt trên mặt bàn nằm ngang, biết vật cách trục quay mặt bàn là R = 0,5m, và hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0,2$. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : $f_{max} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\mu g}{R}} = \frac{1}{\pi}\left(\frac{v}{s}\right) \approx 19 \text{ (v/ph)}.$

156 Một lò xo có khối lượng không đáng kể, độ dài tự nhiên 20cm, độ cứng K = 10N/m. Người ta treo vào lò xo một hòn bi có khối lượng 10g rồi quay lò xo xung quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc ω, lúc đó trục lò xo hợp với trục quay góc $\alpha = 60^0$ (Hình vẽ). Tính chiều dài lò xo và số vòng quay trong mỗi giây. Lấy $g = 10m/s^2$.

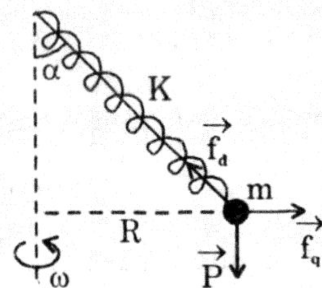


Hướng dẫn

Lấy hệ qui chiếu gắn với lò xo

$$\vec{P} + \vec{f}_d + \vec{f}_q = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg - f_d.\cos\alpha = 0 & (1) \\ -f_d \sin\alpha + m\omega^2 R = 0 & (2) \end{cases}$$



$$(1) \quad \Rightarrow \quad f_d = \frac{mg}{\cos\alpha}$$

$$l = \Delta l + l_0 = \frac{f_d}{K} + l_0 = 22 \text{ (cm)}$$

$$(2) \quad \Rightarrow \quad \omega^2 = \frac{F_d \sin\alpha}{mR} \quad \text{với } R = l\sin\alpha$$

$$= \frac{f_d}{ml} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{2\omega}{2\pi} \approx 1,5 \text{ (v/s)}.$$

§9. HIỆN TƯỢNG TĂNG HOẶC GIẢM TRỌNG LƯỢNG

ĐỘ CHỈ CỦA LỰC KẾ TRONG THANG MÁY

157 **Trong một thang máy có treo một lực kế. Một người đứng trong thang máy treo một vật khối lượng m = 10kg vào lực kế. Hỏi độ chỉ của lực kế và so sánh độ chỉ này với trọng lực của vật trong các trường hợp sau đây :**

a) Thang máy chuyển động thẳng đều xuống dưới.

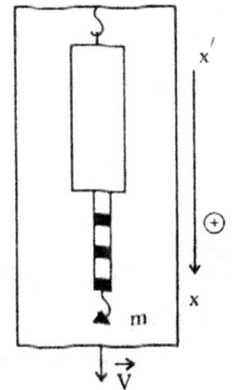
b) Thang máy chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc a = g/10

c) Thang máy chuyển động chậm dần đều xuống dưới với gia tốc a = g/10.

d) Thang máy rơi tự do. Lấy $g = 9{,}8m/s^2$.

Giải

• Chọn hệ qui chiếu gắn liền với mặt đất. Trục tọa độ x'x hướng xuống dưới.



• Các lực tác dụng vào vật : + Trọng lực $\vec{P}$

+ Lực đàn hồi $\vec{F}$

• Trong mọi trường hợp đều có :

$$\vec{F} + \vec{P} = m.\vec{a}$$

$$F_x + P_x = ma_x$$

$$F_x = m(a_x - g_x) \qquad (*)$$

a) Thang máy chuyển động thẳng đều : $a_x = 0$

$$(*) \Rightarrow \quad F_x = -mg = -98N$$

$$F = mg = 98N$$

Vậy lực kế chỉ giá trị bằng trọng lực.

b) Thang máy chuyển động nhanh dần đều xuống dưới

$\vec{a}$ hướng xuống $\Rightarrow$ $a_x = a = 0{,}98m/s^2$

$$(*) \Rightarrow \quad F_x = 10(0{,}98 - 9{,}8) = -88{,}2N$$

$$F = 88{,}2N$$

Lực kế chỉ giá trị nhỏ hơn trọng lực.

c) Thang máy chuyển động chậm dần đều xuống dưới:

$\vec{a}$ hướng lên $\Rightarrow$ $a_x = -a = -0{,}98m/s^2$

$$(*) \Rightarrow \quad F_x = 10(-0{,}98 - 9{,}8) = -107{,}8N$$

$$F = 107{,}8N$$

Lực kế chỉ giá trị lớn hơn trọng lực

d) Thang máy rơi tự do : $a_x = g$

$$(*) \Rightarrow \quad F_x = 0$$

$$F = 0$$

Lực kế chỉ số 0 : đó là trường hợp không trọng lượng.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

158 Một vật có khối lượng m = 20kg đặt trên sàn thang máy. Tính trọng lượng của vật và phản lực của sàn lên vật trong các trường hợp :

a) Thang máy đi lên thẳng đều.

b) Thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc $a = 1m/s^2$.

c) Thang máy đi lên chậm dần đều với gia tốc $a = 1m/s^2$.

d) Thang máy rơi tự do. Lấy $g = 9,8m/s^2$.

Hướng dẫn

- Gọi $\vec{P'}$: Trọng lượng của vật

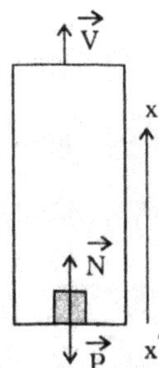
  $\vec{N}$: Phản lực của sàn lên vật. Với : $P' = N$ (độ lớn)

- Lấy hệ qui chiếu gắn liền với mặt đất, trục $x'x$ hướng lên.

- Có : $\vec{P} + \vec{N} = m.\vec{a}$

$$P_x + N_x = ma_x$$

$$\Rightarrow \boxed{P' = N = m(ax + g)} \quad (*)$$



a) $a_x = 0 \Rightarrow P' = N = mg = 196N$

b) $\vec{a}$ hướng lên : $a_x = a = 1m/s^2$

$(*) \Rightarrow P' = N = 216N$

c) $\vec{a}$ hướng xuống : $a_x = -a = -1m/s^2$

$(*) \Rightarrow P' = N = 176N$

d) $a_x = -g$ nên $(*) \Rightarrow P' = N = 0$.

159 Dùng trục quay để kéo một thùng nước từ giếng sâu 8m. Nếu thùng nước chuyển động thẳng đều đi lên thì dây có thể chịu được thùng nước có khối lượng lớn nhất là 20kg. Để thùng nước đi lên nhanh dần đều và sau thời gian 4s đến mặt đất thì khối lượng thùng nước chỉ có thể lớn nhất là bao nhiêu ? Lấy $g = 9,8m/s^2$.

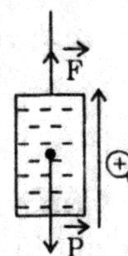
Hướng dẫn

- Chuyển động thẳng đều : $T_{max} = mg = 196N$

- Chuyển động nhanh dần đều : + $a = \dfrac{2h}{t^2} = 1\,m/s^2$

  + $T_{max} - m'g = m'a$

$$m' = \frac{T_{max}}{a + g} \approx 18,15kg.$$



160 Một vật m = 10kg treo vào trần một buồng thang máy có khối lượng M = 200kg. Vật cách sàn 2m. Một lực F không đổi kéo buồng thang máy đi lên.

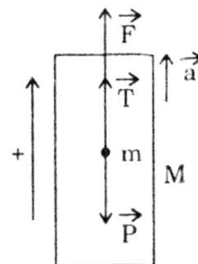
1. Biết gia tốc của buồng là $1m/s^2$, tính lực kéo F và lực căng của dây treo vật.

2. Trong lúc buồng đi lên, dây treo vật bị đứt. Tính gia tốc ngay sau đó của buồng.

3. Tính thời gian để vật rơi xuống sàn buồng. Cho $g = 10m/s^2$.

(Học viện Quan hệ Quốc tế – 1996)

Hướng dẫn



1. • $\vec{F} + (M + m)\vec{g} = (M + m)\vec{a}$

$F - (M + m)g = (M + m)a$

$F = (M + m)(g + a) = 2310N$

• $\vec{T} + m\vec{g} = m.\vec{a}$

$T = m(g + a) = 110N$

2. Khi không có m thì : $F - Mg = Ma'$ $\Rightarrow$ $a' = \frac{F}{M} - g = 1,55m/s^2$

3. Lấy hệ qui chiếu gắn liền với mặt đất.

Gốc tọa độ là vị trí sàn lúc dây treo đứt.

Gốc thời gian là lúc dây đứt.

• Phương trình rơi tự do : $x_1 = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t + 2$

Phương trình chuyển động của sàn : $x_2 = \frac{1}{2}a't^2 + V_0t$

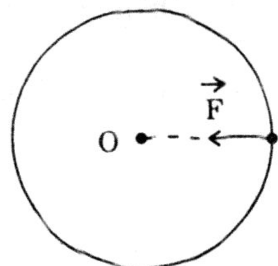
• Lúc vật gặp sàn : $x_1 = x_2$ $\Rightarrow$ $t = \sqrt{\frac{4}{g + a}} \approx 0,588s.$

§10. LỰC HƯỚNG TÂM

I. Định nghĩa : Lực hướng tâm là lực tác dụng vào vật chuyển động tròn đều.

II. Lực hướng tâm : + Hướng : vào tâm

+ Độ lớn : $F = m\omega^2R = m\frac{V^2}{R}$



III. Chú ý : Lực hướng tâm không phải là loại lực đặc biệt mà là hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên vật khi nó chuyển động tròn đều.

LỰC HƯỚNG TÂM LÀ LỰC MA SÁT NGHỈ

161 **Một bàn nằm ngang quay tròn đều với chu kì T = 2s. Trên bàn đặt một vật cách trục quay R = 25cm. Hệ số ma sát giữa vật và bàn tối thiểu bằng bao nhiêu để vật không trượt trên bàn. Lấy $g = 10m/s^2$ và $\pi^2 \approx 10$.**

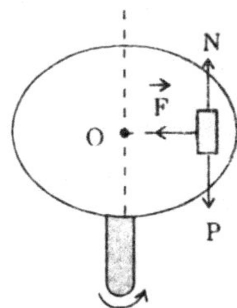
Giải

Khi vật không trượt thì vật chịu tác dụng 3 lực : $\vec{P}$, $\vec{N}$, $\vec{f}_{ms\,(nghỉ)}$

trong đó : $\vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$

Lúc đó vật chuyển động tròn đều nên $\vec{f}_{ms\,(nghỉ)}$ là lực hướng tâm :

Với $\begin{cases} f_{ms\,(nghỉ)} = m\omega^2 R & (1) \\ f_{ms\,(nghỉ)} \le \mu mg & (2) \end{cases}$



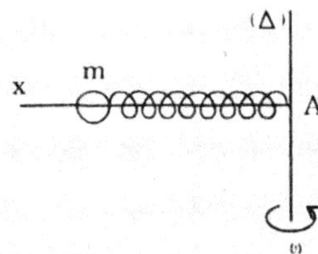
(1) và (2) cho : $\omega^2 R \le \mu g \quad \Rightarrow \quad \mu \ge \dfrac{\omega^2 R}{g}$

Với : $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \pi \dfrac{rad}{s}$ nên $\mu \ge \dfrac{\pi^2.0,25}{10} = 0,25.$

Vậy : $\mu_{min} = 0,25$.

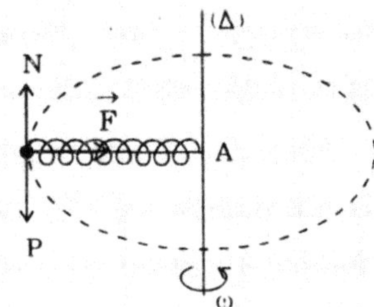
LỰC HƯỚNG TÂM VÀ LỰC ĐÀN HỒI

162 **Một lò xo có độ cứng K, chiều dài tự nhiên l_o, một đầu giữ cố định ở A, đầu kia gắn vào quả cầu khối lượng m có thể trượt không ma sát trên thanh Ax nằm ngang. Thanh Ax quay đều với vận tốc góc ω xung quanh trục (Δ) thẳng đứng (Hình vẽ). Tính độ dãn của lò xo.**



Áp dụng : $l_o = 20cm$; $\omega = 20\pi \dfrac{Rad}{s}$; $m = 10kg$; $K = 200 \dfrac{N}{m}$.

Giải



- Các lực tác dụng vào quả cầu : $\vec{P}$, $\vec{N}$, $\vec{F}_{dh}$

  trong đó $\vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$ nên $\vec{F}_{dh}$ là lực hướng tâm A :

  $K\Delta l = m\omega^2(l_o + \Delta l)$

  $\Delta l(K - m\omega^2) = m\omega^2 l_o \quad \Rightarrow \quad \Delta l = \dfrac{m\omega^2 l_o}{K - m\omega^2}$ với $K > m\omega^2$

- Áp dụng số : $\Delta l = \dfrac{0,01.(20\pi)^2.0,2}{200 - 0,01.(20\pi)^2} = 0,05m$.

ÔTÔ TRÊN CẦU VỒNG, CẦU VÕNG

163 **Một xe tải có khối lượng m = 5 tấn đi qua một cầu với vận tốc V = 36km/h. Hãy tính áp lực của xe lên cầu trong các trường hợp sau :**

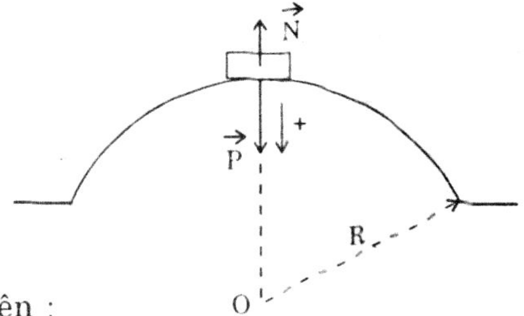
a) Tại điểm cao nhất của cầu vồng bán kính R = 50m.

b) Cầu nằm ngang.

c) Tại điểm thấp nhất của cầu võng bán kính R = 50m. Lấy $g = 9{,}8 m/s^2$.

Giải

a) Cầu vồng :



– Các lực tác dụng vào xe :

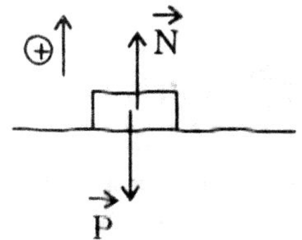
- Trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$
- Phản lực $\vec{N}$ của cầu.

– Tại điểm cao nhất hợp lực hướng tâm nên :

$$mg - N = m\frac{V^2}{R}$$

$$\Rightarrow \quad N = m\left(g - \frac{V^2}{R}\right) = 5.10^3\left(9{,}8 - \frac{10^2}{50}\right) = 39.10^3 N$$

Đó cũng là áp lực của xe lên cầu.

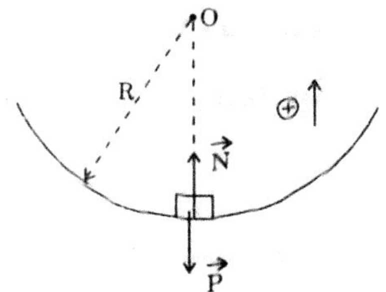


b) Cầu nằm ngang : $\vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}$

$$N = mg = 49.10^3 N$$

Đó cũng là áp lực của xe lên cầu.

c) Cầu võng :



Tại điểm thấp nhất : $N - mg = m\frac{V^2}{R}$

$$N = m\left(g + \frac{V^2}{R}\right) = 5.10^3\left(9{,}8 + \frac{10^2}{50}\right) = 59.10^3 N.$$

Nhận xét : Với ba kết quả trên ta thấy xe chạy qua cầu vồng hình như "nhẹ" hơn cả.

XE ĐI TRÊN VÒNG XIẾC

164 **Vòng xiếc là một vành tròn bán kính R = 8m nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Một người đi xe đạp trên vòng xiếc này. Khối lượng cả xe và người là 80kg. Lấy $g = 9{,}8 m/s^2$**

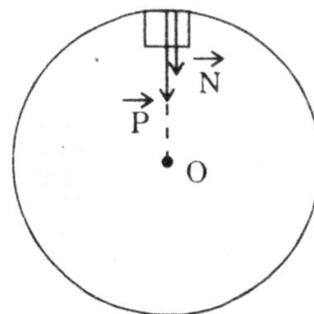
a) Tính lực ép của xe lên vòng xiếc tại điểm cao nhất với vận tốc tại điểm này là v = 10m/s.

b) Để xe không rớt tại điểm cao nhất thì vận tốc tối thiểu phải là bao nhiêu?

Giải

a) Lực ép của xe lên vòng xiếc :

– Các lực tác dụng lên xe ở điểm cao nhất :



- Trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$
- Phản lực $\vec{N}$ của vành lên xe hướng thẳng đứng về tâm.

– Hợp lực hướng tâm : $mg + N = m\dfrac{V^2}{R}$

$$\Rightarrow \quad N = m\left(\frac{V^2}{R} - g\right) = 80\left(\frac{10^2}{8} - 9{,}8\right) = 216N \qquad (*)$$

Đó cũng là lực ép của xe lên vành xiếc.

b) Vận tốc tối thiểu của xe tại điểm cao nhất :

Xe không rớt : $N \geq 0$

$$(*) \quad \Rightarrow \quad V \geq \sqrt{Rg} = 8{,}85\ (m/s)$$

$$V_{min} = 8{,}85\ m/s.$$

CON LẮC QUAY HÌNH NÓN

165 **Một quả cầu nhỏ có khối lượng m = 100g được buộc vào đầu một sợi dây dài l = 1m không co dãn và khối lượng không đáng kể. Đầu kia của dây được giữ cố định ở điểm A trên trục quay (Δ) thẳng đứng.**

1. Cho trục quay với vận tốc góc ω =3,76 rad/s. Khi chuyển động đã ổn định, hãy tính :

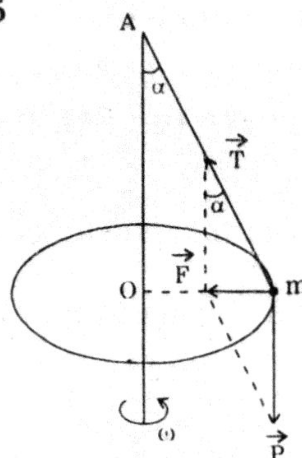
a) Góc α hợp bởi dây với trục Δ. **b) Bán kính quỹ đạo tròn của vật.**

c) Vận tốc dài của vật. **d) Sức căng T của dây.**

2. Vận tốc góc quay ω bằng bao nhiêu để dây có thể tách khỏi phương thẳng đứng. Lấy g = 10m/s².

Giải

1.a) Góc α :



– Các lực tác dụng vào vật :

- Trọng lực $m\vec{g}$
- Sức căng $\vec{T}$

– Khi trục (Δ) quay đều thì quả cầu sẽ chuyển động tròn đều trong mặt phẳng nằm ngang, nên hợp lực tác dụng vào quả cầu sẽ là lực hướng tâm.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{T} \quad \text{với} \quad \begin{cases} \bullet\ \vec{F} \perp \vec{P} \\ \bullet\ F = m\omega^2 R \end{cases}$$

– Hình vẽ cho : $\begin{cases} \bullet\ tg\alpha = \dfrac{F}{mg} = \dfrac{m\omega^2 R}{mg} = \dfrac{\omega^2 R}{g} & (1) \\ \bullet\ R = l\sin\alpha & (2) \end{cases}$

(1) và (2) $\Rightarrow$ $tg\alpha = \dfrac{\omega^2 l \sin\alpha}{g}$; $\dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \dfrac{\omega^2 l \sin\alpha}{g}$

$a \neq 0 \Rightarrow \cos\alpha = \dfrac{g}{\omega^2 l} = \dfrac{10}{(3{,}76)^2 \times 1} = 0{,}707 \Rightarrow \alpha = 45^o.$

b) Bán kính quỹ đạo : $R = l\sin\alpha = 0{,}707m$

c) Vận tốc V : $V = \omega R \approx 2{,}66\ m/s$

d) Sức căng T :

Hình vẽ cho : $T = \dfrac{mg}{\cos\alpha} \approx 1{,}41(N)$

2. *Giá trị ω để dây tách khỏi đường thẳng đứng.*

Dây tách khỏi đường thẳng đứng khi :

$$\alpha > 0 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{g}{\omega^2 l} < 1 \Rightarrow \omega > \sqrt{\frac{g}{l}} \approx 3{,}16\ \frac{rad}{s}.$$

VỆ TINH NHÂN TẠO

166 Vệ tinh đang bay ở độ cao h so với mặt đất. Gia tốc rơi tự do tại mặt đất là g_o và bán kính trái đất là R_o. Tính theo R_o, h, g_o.

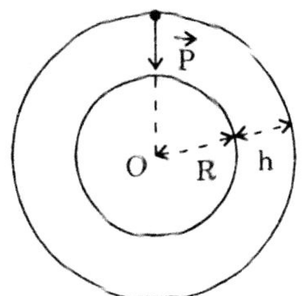
a) Vận tốc dài của vệ tinh.

b) Chu kì quay.

c) Với R_o = 6400km, g_o = 9,8m/s^2. Hãy tính vận tốc và chu kì quay khi vệ tinh bay gần trái đất (h ≈ 0)

Giải

a) Vận tốc dài của vệ tinh :



Lực hướng tâm là trọng lực $\vec{P}$

$$m\frac{V^2}{(R_o + h)} = mg \Rightarrow V^2 = g(R_o + h) \quad (*)$$

$$\text{Với} \quad \left.\begin{aligned} g &= G\frac{M}{(R_o + h)^2} \\ g_o &= G\frac{M}{R_o^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \frac{g}{g_o} = \left(\frac{R_o}{R_o + h}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad g = g_o\left(\frac{R_o}{R_o + h}\right)^2$$

$$(*) \quad \Rightarrow \quad V_2 = g_o\left(\frac{R_o}{R_o + h}\right)^2 (R_o + h)$$

$$\Rightarrow \quad V = R\sqrt{\frac{g_o}{R_o + h}}$$

b) Chu kì quay : $T = 2\pi\dfrac{R_o + h}{V} = 2\pi\dfrac{R_o + h}{R\sqrt{\dfrac{g_o}{R + h}}}$

$$T = 2\pi\frac{R_o + h}{R_o}\sqrt{\frac{R_o + h}{g_o}}$$

c) Áp dụng số : $\begin{cases} R_o = 6400km = 64.10^5 m \\ g_o = 9{,}8m/s^2 \\ h = 0 \end{cases}$

- $V = 64.10^5\sqrt{\dfrac{9,8}{64.10^5}} \approx 7920m/s \approx 7{,}92km/s$ (Vận tốc vũ trụ cấp 1)

- $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{R_o}{g_o}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{64.10^5}{9,8}} = 5075s = 1h\ 24$ phút 35s.

VỆ TINH ĐỊA TĨNH

167 Vệ tinh địa tĩnh là vệ tinh đứng yên đối với mặt đất và ở trong mặt phẳng của xích đạo. Tính độ cao và vận tốc của vệ tinh.

Biết : – Chu kì quay của trái đất quanh trục của nó là T = 24 giờ.

– Gia tốc rơi tự do tại mặt đất : $g_o = 9{,}8m/s^2$

– Bán kính trái đất : $R_o = 6400km$.

Giải

– Chu kì quay của vệ tinh : $T = 2\pi\dfrac{R_o + h}{R_o}\sqrt{\dfrac{R_o + h}{g_o}}$ (bài 185)

Để vệ tinh đứng yên đối với mặt đất thì chu kì quay của vệ tinh bằng chu kì quay của trái đất.

T = 24 giờ = 86400s

Có : $T^2 = 4\pi^2 \dfrac{(R_o + h)^3}{g_o.R_o^2}$

$\Rightarrow \quad (R + h)^3 = \dfrac{g_o.R_o^2T^2}{4\pi^2} = \dfrac{9,8(6,4.10^6)^2(864.10^2)^2}{4\pi^2} \approx 75108.10^{18}$

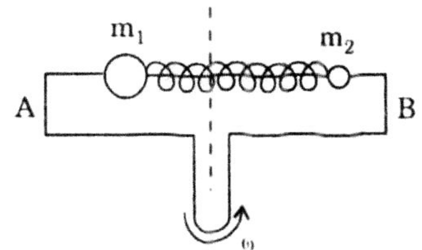
$R_o + h \approx 42,2.10^6 (m) = 42,2.10^3 (km)$

$\Rightarrow \quad h = 42,2.10^3 - 6,4.10^3 = 35,8.10^3 (m)$

– Vận tốc vệ tinh : $V = R_o\sqrt{\dfrac{g_o}{R + h}} = 6400.10^3\sqrt{\dfrac{9,8}{42,2.10^6}} = 3084 m/s.$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

168 Hai quả cầu nhỏ có khối lượng m_1 = 150g và m_2 = 100g được buộc vào hai đầu lò xo có chiều dài tự nhiên l_o = 20cm. Lò xọ và hai quả cầu đều có thể trượt không ma sát trên thanh AB nằm ngang (Hình vẽ).



Cho hệ thống quay đều quanh một trục thẳng đứng đi qua trung điểm của thanh AB. Khi hai quả cầu cân bằng thì chiều dài lò xo là l = 25cm.

a) Tính khoảng cách từ các quả cầu đến trục quay.

b) Biết hệ quay với tần số f = 5Hz. Tính độ cứng K của lò xo.

Lấy $\pi^2 \approx 10$.

Hướng dẫn

a) Lực đàn hồi là lực hướng tâm.

$$\begin{cases} f_{dh} = m_1\omega^2 r_1 = m_2\omega^2 r_2 \\ r_1 + r_2 = l \end{cases} \Rightarrow \quad r_1 = 10cm; \quad r_2 = 15cm$$

b) $f_{dh} = K(l - l_o) \Rightarrow \quad K = 300N/m.$

169 Tần số vòng quay tối đa trong mỗi phút để vật không trượt trên mặt bàn nằm ngang là bao nhiêu biết vật cách trục quay mặt bàn là R = 0,5m và hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là μ = 0,2.

ĐS : $f \le \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{\mu g}{R}} = \dfrac{1}{\pi}$ (Hz) $\qquad n_{max}$ = 19 vòng/phút.

170 Trong một trận chiến đấu trên không, phi công có khối lượng m = 60kg phải cho máy bay bay theo một đường tròn bán kính R = 500m nằm trong mặt phẳng thẳng đứng.

a) Tìm lực mà phi công nén lên ghế ngồi ở điểm cao nhất (trong tư thế

lộn ngược) và điểm thấp nhất, biết vận tốc máy bay là v = 612km/h.

b) Để phi công ở trạng thái không trọng lượng tại điểm cao nhất thì vận tốc của máy bay là bao nhiêu ? Trong trường hợp này thì trọng lượng của phi công tăng lên mấy lần tại điểm thấp nhất. Lấy g = 10m/s^2.

ĐS : *a)* • Tại điểm cao nhất : $N_1 = m\left(\frac{V^2}{R} - g\right) = 2868N$

• Tại điểm thấp nhất : $N_2 = m\left(\frac{V^2}{R} + g\right) = 4068N$

b) • $V' = \sqrt{gR} \approx 70{,}7m/s$

• $N' = m\left(\frac{V'^2}{R} + g\right) = 1200N;$ $\frac{N'}{P} = 2.$

171 Một cầu vồng có bán kính R = 50m. Lấy g = 10m/s^2.

a) Tính vận tốc của ôtô khi qua đỉnh cầu, biết rằng xe ép lên mặt cầu một lực bằng 0,55 lần lực ép của chính xe ấy lên mặt đường nằm ngang.

b) Với cùng vận tốc của xe vừa tính, khi đi qua điểm thấp nhất của cầu vồng với cùng bán kính R = 50m thì lực ép của xe lên cầu bằng bao nhiêu lần lực ép của chính xe ấy lên mặt đường nằm ngang ?

Hướng dẫn

a) $\frac{N}{P} = 1 - \frac{V^2}{Rg} \Rightarrow V = 15m/s$ *b)* $\frac{N'}{P} = 1 + \frac{V^2}{Rg} = 1{,}45.$

172 Người đi xe đạp trên vòng xiếc bán kính 6m phải đi qua điểm cao nhất với vận tốc tối thiểu bao nhiêu để khỏi rơi ? Để lực ép lên vòng tại điểm cao nhất bằng nửa trọng lượng của xe và người $\left(\frac{1}{2}mg\right)$ thì vận tốc xe là bao nhiêu ? Lấy g = 10m/s^2.

ĐS : • $V_{min} = \sqrt{gR} \approx 7{,}75m/s$ • $V = \sqrt{1{,}5gR} \approx 9{,}5m/s.$

173 Cốc nước đầy được giữ chặt trên một vành bán kính R = 1m có thể quay tròn đều trong mặt phẳng thẳng đứng quanh một trục nằm ngang qua tâm O. Tính số vòng phải quay trong mỗi phút để nước không đổ ra ngoài khi lên đến điểm cao nhất. Lúc đó nước sẽ ép lên đáy cốc một lực bao nhiêu so với trọng lượng nước ?

Hướng dẫn

• $N = m(\omega^2 R - g) \geq 0 \Rightarrow f \geq \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{R}} = 0{,}5\ (Hz)$

$n \geq 30$ vòng/phút

- $N' - mg = m\omega^2 R$ (m : Khối lượng nước)

$$\omega^2 = \frac{N'}{mR} - \frac{g}{R} \geq \frac{g}{R} \Rightarrow N' \geq 2mg.$$

174 Người ta treo một vật khối lượng m = 200g ở đầu một sợi dây dài $l = 0,5m$. Cho sợi dây quay quanh một trục thẳng đứng để sợi dây quét nên một mặt nón tròn xoay nửa góc ở đỉnh là α. Lấy $g = 10m/s^2$; $\pi^2 \approx 10$.

1. Cho sợi dây và vật quay với tần số f = 1Hz.

a) Tìm góc α. b) Tính sức căng dây.

2. Bây giờ ta cho dây và vật chuyển động đều trọng một mặt bàn nằm ngang mà bán kính quỹ đạo của vật là $l = 0,5m$.

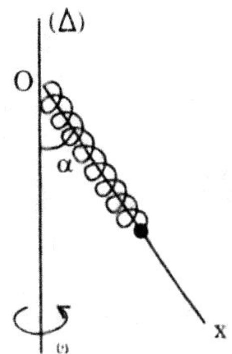
Để dây cũng chịu sức căng giống như trường hợp trên thì tần số quay của vật là bao nhiêu ? Bỏ qua ma sát.

ĐS : *1. a)* $\cos\alpha = \frac{g}{l\omega^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$

b) $T = \frac{mg}{\cos\alpha} = 4N$

2. $T = ml\omega'^2 \Rightarrow f' = 1Hz.$

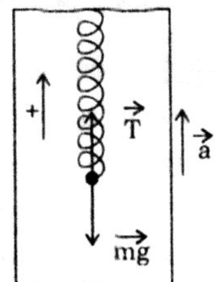
175 Quả cầu nhỏ khối lượng m = 50g treo vào đầu lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 25cm$. Độ dãn của lò xo tỉ lệ với lực tác dụng.



1. Lò xo được treo vào trần thang máy đang đi lên nhanh dần đều với gia tốc a = g/10 thì lò xo dài $l_1 = 25,625cm$. Tính độ cứng lò xo.

2. Lò xo cùng quả cầu được luồn qua một thanh cứng Ox. Khi trục (Δ) quay đều với vận tốc góc ω = 300v/phút thì trục lò xo vẽ nên một mặt nón tròn xoay với nửa góc ở đỉnh là α. Tính :

- Độ dãn x của lò xo.
- Lực đàn hồi T của lò xo. Lấy $g = 10m/s^2$.



Hướng dẫn

1. $T = m(g + a) = K(l_1 - l_0)$

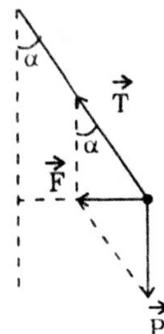
$\Rightarrow K = 100N/m$

2. $\cos\alpha = \frac{g}{\omega^2(l_0 + x)} = \frac{mg}{T'}$

$\Rightarrow T' = m\omega^2(l_0 + x) = K.x$

$\Rightarrow x = 0,25m$

Và $T' = 25N.$



176 1. Để con lắc có chiều dài $l = 0{,}25$m có thể tách ra khỏi phương thẳng đứng và vẽ nên mặt nón thì số vòng quay trong mỗi phút là bao nhiêu ?

2. Tính số vòng quay để nửa góc ở đỉnh hình nón nói trên là 60^o.

Lấy $\pi^2 \approx 10$; $g = 10m/s^2$.

ĐS : *a)* $N > \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}} = 1$ v/s = 60v/phút

b) $N = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l\cos\alpha}} = \sqrt{2}$ v/s $\approx$ 85v/phút.

177 Chứng minh công thức tính vận tốc và chu kì của vệ tinh có bán kính quỹ đạo r :

$$V = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{g.r}\ ; \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$$

trong đó : g là gia tốc rơi tự do tại vị trí vệ tinh, M là khối lượng trái đất.

Hướng dẫn

- $G\dfrac{M.m}{r^2} = \dfrac{mV^2}{r} \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{\dfrac{GM}{r}}$
- $g = G\dfrac{M}{r^2} \quad \Rightarrow \quad GM = g.r^2 \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{gr}$
- $T = \dfrac{2\pi r}{V} = 2\pi\sqrt{\dfrac{r}{g}}$

178 Một vệ tinh nhân tạo có khối lượng M = 2T đang bay ở độ cao h = 3200km (so với mặt đất). Gia tốc rơi tự do tại mặt đất là $g_o = 9{,}8m/s^2$. Bán kính trái đất là R = 6400km.

a) Tính lực tác dụng lên vệ tinh.

b) Tính vận tốc và chu kì quay của vệ tinh.

Hướng dẫn

a) $g = g_o\left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2 \approx 4{,}356m/s^2$

$F = Mg = 8712N$

b) $V = \sqrt{g(R+h)} = 6{,}47\dfrac{Km}{s}$

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{R+h}{g}} =$ 2h 35ph 23s.

§11. CHUYỂN ĐỘNG CỦA HỆ VẬT. CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

Loại 1 : HỆ VẬT NỐI VỚI NHAU BẰNG SỢI DÂY KHÔNG DÃN

HAI VẬT NỐI VỚI NHAU BẰNG DÂY KHÔNG DÃN

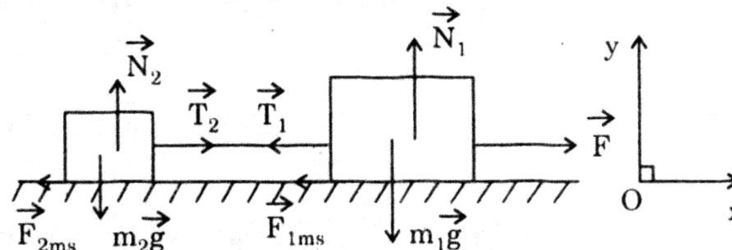
179 **Hai vật A và B có thể trượt trên mặt bàn nằm ngang và được nối với nhau bằng sợi dây không dãn, khối lượng không đáng kể. Khối lượng hai vật là $m_A = 2kg$, $m_B = 1kg$. Ta tác dụng vào vật A một lực F = 9N theo phương song song với mặt bàn. Hệ số ma sát giữa hai vật với mặt bàn là m = 0,2. Lấy g = $10m/s^2$.**

a) Bằng hình vẽ phân tích các lực tác dụng vào mỗi vật.

b) Tính gia tốc chuyển động và sức căng của dây nối.

Giải

a) Phân tích các lực tác dụng vào vật :



b) Tính gia tốc và lực căng dây :

- Vật A : $m_1\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{F} + \vec{T_1} + \vec{f}_{1ms} = m_1\vec{a}_1$

  Chiếu xuống Ox : $F - T_1 - F_{1ms} = m_1a_1$

  Chiếu xuống Oy : $-m_1g + N_1 = 0$

  Với $f_{1ms} = \mu N_1 = \mu m_1 g$ nên : $F - T_1 - \mu m_1 g = m_1 a_1$ (1)

- Vật B : $m_2\vec{g} + \vec{N_2} + \vec{T_2} + \vec{f}_{2ms} = m_2\vec{a}_2$

  Chiếu xuống Ox : $T_2 - f_{2ms} = m_2a_2$

  Chiếu xuống Oy : $-m_2g + N_2 = 0$

  Với $f_{2ms} = \mu N_2 = \mu m_2 g$ nên $T_2 - \mu m_2 g = m_2 a_2$ (2)

- Chú ý rằng : $T_1 = T_2 = T$ và $a_1 = a_2 = a$ nên :

  (1)⇒ $F - T - \mu m_1 g = m_1 a$ (3)

  (2)⇒ $T - \mu m_2 g = m_2 a$ (4)

  Cộng (3) và (4) : $F - \mu(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$

  $$\Rightarrow \quad a = \frac{F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = 1m/s^2$$

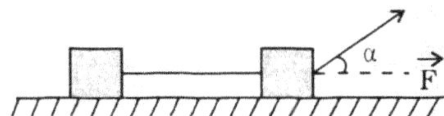
- (4)⇒ $T = m_2(a + \mu g) = 1(1 + 0,2 \times 10) = 3N$

* Ta cũng có thể coi hệ trên như một vật có khối lượng $(m_1 + m_2)$ chịu tác dụng lực $\vec{F}$ và $\vec{f}_{ms}$ theo phương ngang nên :

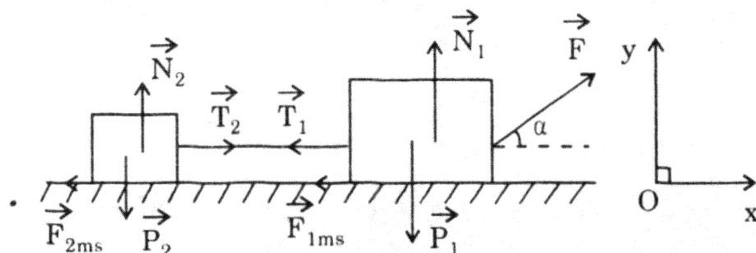
$$\vec{a} = \frac{\vec{F} + \vec{f}_{ms}}{m_1 + m_2} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}.$$

HỆ HAI VẬT ĐƯỢC KÉO BẰNG LỰC XIÊN GÓC SO VỚI PHƯƠNG NGANG

180 **Hai vật cùng khối lượng m = 1kg được nối với nhau bằng sợi dây không dãn và khối lượng không đáng kể, một trong hai vật chịu tác dụng lực kéo $\vec{F}$ hợp với phương ngang góc $\alpha = 30^o$. Hai vật có thể trượt trên mặt bàn nằm ngang. Hệ số ma sát giữa vật và bàn là $\mu = 0,268$. Biết rằng dây chỉ chịu được lực căng lớn nhất là 10N. Tính lực kéo lớn nhất để dây không đứt. Lấy $\sqrt{3} = 1,732$.**



Giải



- Vật 1 : $\vec{F} + \vec{P}_1 + \vec{N}_1 + \vec{T}_1 + \vec{f}_{1ms} = m_1\vec{a}_1$

Chiếu xuống Ox : $F\cos30^o - T_1 - f_{1ms} = m_1a_1$ (1)

Chiếu xuống Oy : $F\sin30^o - P_1 + N_1 = 0 \Rightarrow N_1 = P_1 - F\sin30^o$

nên : $f_{1ms} = \mu N_1 = \mu(mg - F\sin30^o)$

(1) $\Rightarrow$ $F\cos30^o - T_1 - \mu(mg - F\sin30^o) = m_1a_1$ (2)

- Vật 2 : $\vec{T}_2 + \vec{P}_2 + \vec{N}_2 + \vec{f}_{2ms} = m_2\vec{a}_2$

Chiếu xuống Ox : $T_2 - f_{2ms} = m_2a_2$ (3)

Oy : $-P_2 + N_2 = 0$

Có : $f_{2ms} = \mu N_2 = \mu m_2 g$

(3) $\Rightarrow$ $T_2 - \mu m_2 g = m_2a_2$ (4)

Chú ý rằng : $m_1 = m_2 = m$; $T_1 = T_2 = T$; $a_1 = a_2 = a$ nên

(2) $\Rightarrow$ $F\cos30^o - T - \mu(mg - F\sin30^o) = ma$ (5)

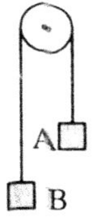
(4) $\Rightarrow$ $T - \mu mg = ma$ (6)

(5) và (6) cho : $T = \frac{T(\cos 30^o + \mu \sin 30^o)}{2} \le T_{max}$

$$F \le \frac{2T_{max}}{\cos 30^o + \mu \sin 30^o} = \frac{2 \times 10}{\frac{\sqrt{3}}{2} + 0,268.\frac{1}{2}} = 20 \Rightarrow F_{max} = 20N.$$

HAI VẬT NỐI QUA RÒNG RỌC CỐ ĐỊNH

181 **Hai vật A và B có khối lượng lần lượt M_A = 600g, M_B = 400g được nối với nhau bằng sợi dây nhẹ không dãn và vắt qua ròng rọc cố định như hình vẽ. Bỏ qua khối lượng ròng rọc và lực ma sát giữa dây với ròng rọc. Lấy g = 10m/s². Tính :**

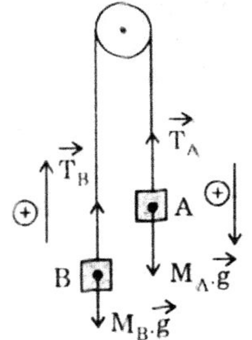


a) Gia tốc chuyển động của mỗi vật và sức căng dây.

b) Vận tốc chuyển động của mỗi vật sau khi thả ra 2s và quãng đường đi được.

Giải

a) Gia tốc và sức căng dây :



- Khi thả : A đi xuống, B đi lên (vì $M_A > M_B$) luôn luôn có

$$T_A = T_B = T; \qquad a_A = a_B = a$$

- Vật A : $m_A.g - T = m_A.a$ (1)

$$T - m_B.g = m_B.a \quad (2)$$

- (1) + (2) $\Rightarrow$ $(m_A - m_B)g = (m_A + m_B)a$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}.g = \frac{600 - 400}{600 + 400} \times 10 = 2m/s^2$$

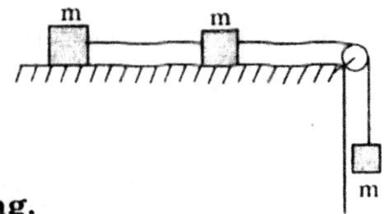
- (2) $\Rightarrow$ $T = m_B(a + g) = 0,4(2 + 10) = 4,8N$

b) Vận tốc và quãng đường sau 2s : + $V = at = 4m/s$

$$+ \quad S = \frac{1}{2}at^2 = 4m.$$

VẬT CHUYỂN ĐỘNG TRÊN MẶT NẰM NGANG NỐI VỚI VẬT CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỨNG

182 **Ba vật có cùng khối lượng m = 200g được nối với nhau bằng dây nối không dãn như hình vẽ. Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là μ = 0,2. Lấy g = 10m/s².**

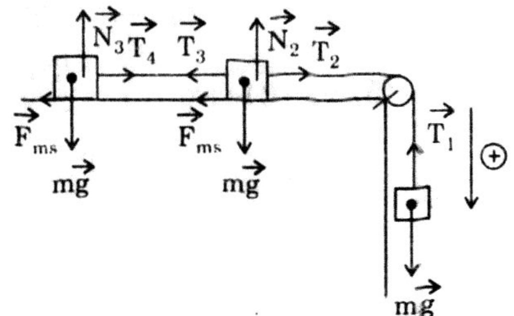


a) Tính gia tốc và sức căng dây khi hệ chuyển động.

b) Sau 1s kể từ lúc thả không vận tốc đầu thì dây nối qua ròng rọc bị đứt. Tính quãng đường đi được của hai vật trên bàn kể từ lúc dây đứt đến khi chúng dừng lại với giả thiết bàn đủ dài .

Giải

a) Gia tốc và sức căng dây :



$$\text{Có: } \begin{cases} T_1 = T_2 = T \\ T_3 = T_4 = T' \\ a_1 = a_2 = a_3 = a \end{cases}$$

Và $\begin{cases} mg - T = ma & (1) \\ T - T' - f_{ms} = ma & (2) \\ T' - f_{ms} = ma & (3) \end{cases}$

Cộng 3 phương trình : $mg - 2f_{ms} = 3ma$

$$mg - 2\mu mg = 3ma$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{1 - 2\mu}{3}g = \frac{1 - 2 \times 0,2}{3} \times 10 = 2m/s^2.$$

(1) $\Rightarrow$ $T = m(g - a) = 0,2(10 - 2) = 1,6N$

(3) $\Rightarrow$ $T' = fms + ma = m(\mu g + a) = 0,2(0,2.10 + 2) = 0,8N$

b) Quãng đường vật đi được kể từ lúc dây đứt :

+ Vận tốc lúc dây đứt : $V_o = a.t = 2m/s$

+ Gia tốc vật trên bàn sau khi dây đứt : $a_x = \dfrac{-f_{ms}}{m} = -\mu g = -2\ m/s^2$

+ Áp dụng : $V^2 - V_o^2 = 2a'_x.S$

$$0 - V_o^2 = 2a'_x.S \quad \Rightarrow \quad S = -\frac{V_o^2}{2a'_x} = -\frac{2^2}{2(-2)} = 1m.$$

HAI VẬT NỐI QUA RÒNG RỌC CỐ ĐỊNH VÀ RÒNG RỌC ĐỘNG

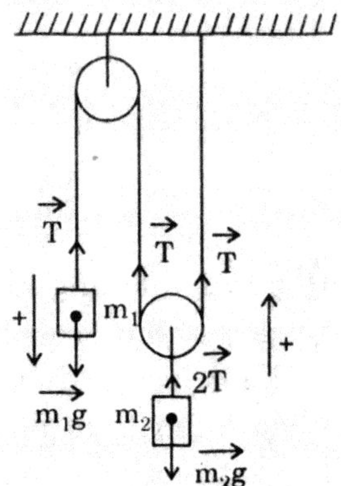
183 Hai vật có khối lượng m_1 và m_2 được nối qua hệ hai ròng rọc như hình vẽ. Bỏ qua ma sát, khối lượng dây nối và khối lượng ròng rọc, dây không dãn. Tính gia tốc chuyển động và sức căng dây khi thả cho hệ chuyển động. Áp dụng $m_1 = m_2 = 1kg$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

- Ta chưa thể biết chiều chuyển động của mỗi vật. Ta chọn chiều dương cho mỗi vật như hình vẽ.
- Khi thả, sau thời gian t vật m_1 sẽ chuyển động được quãng đường S_1 và m_2. Chuyển động quãng đường S_2 mà :

$$S_2 = \frac{1}{2}S_1$$

Với $\begin{cases} S_1 = \left|\dfrac{1}{2}a_{1x}t^2\right| \\ S_2 = \left|\dfrac{1}{2}a_{2x}t^2\right| \end{cases}$ nên : $a_{2x} = \dfrac{a_{1x}}{2}$



- Vật m_1 : $m_1g - T = m_1a_x$ (1)

  Vật m_2 : $2T - m_2g = m_2.\dfrac{a_x}{2}$ (2)

(1) và (2) $\Rightarrow \quad 2m_1g - m_2g = \left(2m_1 + \dfrac{m_2}{2}\right).a_x$

$$\Rightarrow \quad a_x = \frac{2(2m_1 - m_2)}{4m_1 + m_2}g \qquad \text{hay :} \qquad a = \frac{2|2m_1 - m_2|}{4m_1 + m_2}g$$

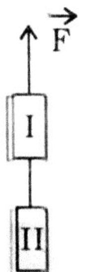
Nếu $m_1 > \dfrac{m_2}{2}$ thì các vật chuyển động theo chiều dương

$m_1 = \dfrac{m_2}{2}$ khi thả không vận tốc đầu, các vật đứng yên.

- (1) $\Rightarrow \quad T = m_1(g - ax) = m_1\left[g - \dfrac{2(2m_1 - m_2)g}{4m_1 + m_2}\right] = \dfrac{3m_1m_2}{4m_1 + m_2}g$
- $m_1 = m_2$ thì : $a_x = 0,4g = 4m/s^2$ và $T = 0,6mg = 6N$

  Vậy : Sức căng dây nối với vật m_1 là 6N và nối với m_2 là 2T = 12N.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ



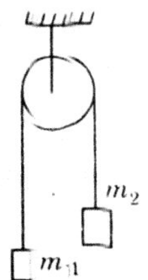
184 Hai vật nối với nhau bởi sợi dây không dãn và được kéo lên nhờ lực $\vec{F}$ hướng lên như hình vẽ. Tính độ lớn cực đại của lực $\vec{F}$ để dây nối hai vật không đứt, biết nó chịu được lực căng cực đại là 20N.

ĐS : $F_{max} = \dfrac{m_1 + m_2}{m_1}T_{max} = 40N$.

185 Hai vật nặng khối lượng $m_1 \neq m_2$ được mắc như hình vẽ, trong đó sợi dây không co dãn, khối lượng ròng rọc và sợi dây không đáng kể. Tính :

a) Gia tốc chuyển động của hệ.

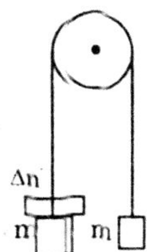
b) Áp lực của ròng rọc lên giá đỡ và so sánh áp lực nầy với tổng trọng lực của hai vật.



ĐS : *a)* $a = \dfrac{|m_1 - m_2|}{m_1 + m_2}g$

b) + Sức căng $T = \dfrac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g$

+ Áp lực : $F = 2T = \dfrac{4m_1m_2}{m_1 + m_2}g < (m_1 + m_2)g$.



186 Hai vật cùng khối lượng $m_1 = m_2 = m = 1,9kg$ nối với nhau qua ròng rọc như hình vẽ. Dây nối không co dãn, ròng rọc và dây nối có khối lượng không đáng kể. Lúc đầu hai vật đứng yên và cách nhau 0,5m theo phương thẳng đứng. Ta đặt thêm vào một trong hai vật một gia trọng Δm thì sau 1s chúng cùng độ cao.

a) Tính Δm.

b) Khi hai vật cùng độ cao, ta lấy gia trọng Δm ra thì bao lâu sau kể từ lúc lấy gia trọng hai vật lại cách nhau 0,5m. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

a) $$a = \frac{\Delta m}{2m + \Delta m} \times g$$

Khi ngang nhau, mỗi vật đi được $\frac{S}{2}$ nên :

$$S = at^2 = \frac{\Delta m}{2m + \Delta m}.g.t^2 \quad \Rightarrow \quad \Delta m = \frac{2mS}{gt^2 - S} = 0{,}2kg$$

b) Lúc ngang nhau : $V = at = 0{,}5m/s$

Sau đó vật chuyển động thẳng đều và :

$$\frac{S}{2} = V.t' \quad \Rightarrow \quad t' = \frac{S}{2V} = 0{,}5s.$$

187 Trên mặt phẳng nằm ngang có hai vật khối lượng $m_1 = 1kg$ và $m_2 = 2kg$ nối với nhau bởi sợi dây, khối lượng không đáng kể và không co dãn. Vật m_1 bị kéo theo phương ngang bởi một lò xo đang bị dãn ra một đoạn $x = 2cm$. Độ cứng của lò xo là $K = 300N/m$. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $m = 0{,}1$. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Tính gia tốc chuyển động của vật.

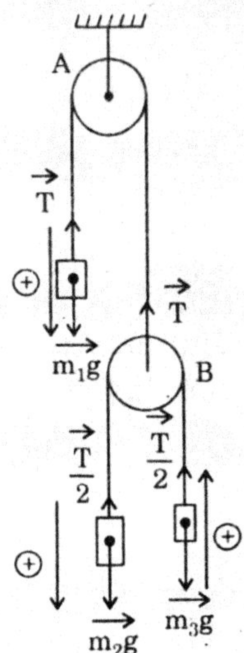
b) Tính sức căng của dây nối với hai vật.

Hướng dẫn

a) $F = K.x = 6N$ *b)* $T = m_2(a + mg) = 4N$.

$$a = \frac{F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = 1m/s^2.$$

188 Có 3 vật $m_1 = 6kg$; $m_2 = 3kg$ và $m_3 = 2kg$ được mắc qua hai ròng rọc như hình vẽ. Tính gia tốc chuyển động của mỗi vật. Lấy $g = 10m/s^2$.



Hướng dẫn

Tự chọn các chiều dương cho chuyển động của các vật như hình vẽ.

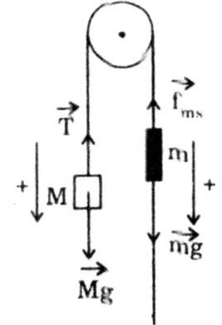
- Gọi a_1 là giá trị đại số của gia tốc vật m_1 đối với đất.

  a_o là giá trị đại số của gia tốc của m_2 đối với ròng rọc B thì gia tốc của m_2 và m_3 đối với đất là :

  $$a_2 = a_o - a_1$$
  $$a_3 = a_o + a_1$$

$$\bullet\quad \begin{cases} m_1g - T = m_1a_1 \\ m_2g - \dfrac{T}{2} = m_2(a_o - a_1) \\ -m_3g + \dfrac{T}{2} = m_3(a_o + a_1) \end{cases} \Rightarrow \quad a_1 = \frac{10}{9}\,m/s^2; \quad a_0 = 2a_2 = \frac{20}{9}\,m/s^2; \quad a_2 = \frac{10}{9}\,m/s^2; \quad a_3 = \frac{30}{9}\,m/s^2.$$

189 Một vật nặng khối lượng M = 600g nối với vật m = 400g bằng sợi dây không dãn và bắt qua ròng rọc như hình vẽ, trong đó vật m trượt so với dây. Biết lực ma sát trượt của dây tác dụng lên vật là $f_{ms} = 4{,}32N$.



Tính gia tốc a_o của vật m đối với dây. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

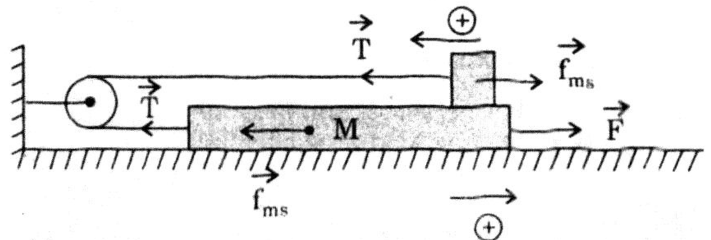
Gọi a là độ lớn gia tốc của M đối với đất. Có :

$$\begin{cases} Mg - T = Ma \quad \text{với } T = f_{ms} \\ mg - f_{ms} = m(a_o - a) \end{cases} \Rightarrow \quad a_o = \frac{2Mm.g - (M+m).f_{ms}}{M.m} = 2\,m/s^2.$$

190 Một tấm ván khối lượng M = 2kg có thể trượt không ma sát trên mặt sàn nằm ngang và khối gỗ khối lượng m = 1kg đặt tiếp xúc như hình vẽ. Hệ số ma sát trượt giữa gỗ và ván là $\mu = 0{,}3$. Tác dụng vào ván lực F = 9N theo phương song song với mặt sàn. Hỏi sau thời gian t = 0,5s kể từ lúc tác dụng lực $\vec{F}$ thì gỗ đã trượt quãng đường bao nhiêu so với ván. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} F - T - F_{ms} = M.a \\ T - f_{ms} = m.a \end{cases}$$



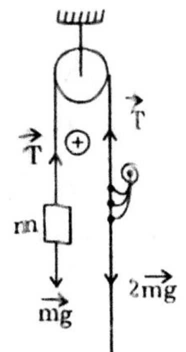
Với $F_{ms} = f_{ms} = \mu mg$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{F - 2\mu mg}{M + m} = 1\,m/s^2$$

So với đất, gỗ (và ván) đi được : $S_1 = \dfrac{1}{2}at^2 = 0{,}125m$

So với ván, gỗ đi được : $S = 2S_1 = 0{,}15m$.

191 Một sợi dây không co dãn được vắt qua một ròng rọc cố định như hình vẽ. Một đầu treo một vật nặng khối lượng là m, còn dây bên kia một người khối lượng 2m đang leo lên với gia tốc a_o đối với dây. Tìm gia tốc của người ấy đối với đất.



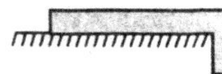
Hướng dẫn

$$\begin{cases} T - mg = m.a_{1x} \\ T - 2mg = 2ma_{2x} = 2m(a_o - a_{1x}) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad a_{1x} = \frac{2a_o + g}{3} \quad \Rightarrow \quad a_{2x} = \frac{a_o - g}{3}.$$

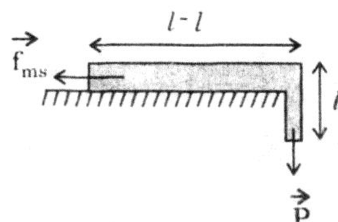
192 Một sợi dây lúc đầu có một phần thòng ra ngoài mép bàn (Hình vẽ). Khi chiều dài phần thòng ra ngoài bằng $\frac{1}{5}$ chiều dài cả dây thì bắt đầu trượt.

Tính hệ số ma sát trượt giữa dây và mặt bàn (phần dây thòng ra khỏi bàn coi như không chạm vào mặt bên của bàn).



Hướng dẫn

Dây bắt đầu trượt khi trọng lực phần dây thòng ra khỏi bàn hơi lớn hơn lực ma sát.



Gọi m là khối lượng 1 đơn vị độ dài của dây thì :

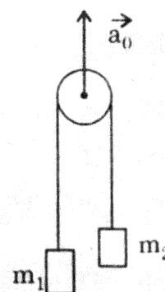
$$ml'g = \mu m(l - l')g \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,25$$

193 Hai vật nặng khối lượng m_1 và m_2 ($m_1 > m_2$) nối với nhau bằng dây không co dãn qua ròng rọc như hình vẽ. Ròng rọc được kéo lên theo phương thẳng đứng nhanh dần đều với gia tốc a_o (đối với đất).

a) Tính gia tốc của hai vật so với đất.

b) Xác định hướng của các gia tốc vừa tính.

Bỏ qua khối lượng dây, khối lượng ròng rọc và ma sát không đáng kể.

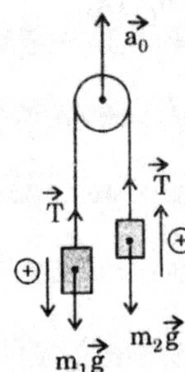


Hướng dẫn

a) Đối với ròng rọc các vật chuyển động theo chiều như hình vẽ với độ lớn gia tốc là a.

$$\begin{cases} m_1g - T = m_1a_{1x} = m_1(a - a_o) \\ -m_2g + T = m_2a_{2x} = m_2(a + a_o) \end{cases} \Rightarrow \quad a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}(a_o + g)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a_{1x} = \dfrac{-2m_2a_o + (m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2} \\ a_{2x} = \dfrac{2m_1a_o + (m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2} > 0 \end{cases}$$



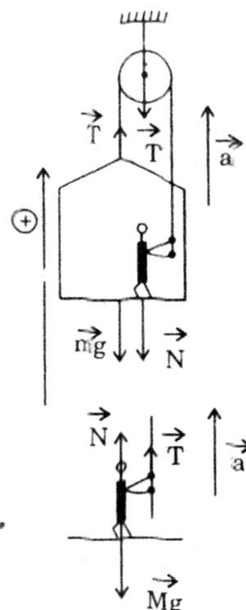
b) • $\vec{a}_1$ hướng xuống nếu $a_{1x} > 0 \Rightarrow a_o < \frac{m_1 - m_2}{2m_2}g$

• $\vec{a}_1$ hướng lên nếu $a_{1x} < 0 \Rightarrow a_o > \frac{m_1 - m_2}{2m_2}g$

• a_{2x} luôn luôn > 0 nên $\vec{a}_2$ luôn luôn hướng lên.

194 Một người có khối lượng M đứng trên sàn một cái lồng có khối lượng $m < M$ kéo vào đầu sợi dây như hình vẽ để kéo lồng lên cao. Gia tốc chuyển động của lồng là a.

Tính áp lực của người lên sàn lồng và lên ròng rọc, coi rằng người đứng chính giữa sàn.



Hướng dẫn

$$\begin{cases} T - N' - mg = ma \quad \text{với} \quad N' = N \\ T + N - Mg = Ma \end{cases}$$

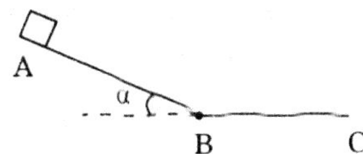
$$\Rightarrow \quad T' = 2T = (M + m)(g + a)$$

và $$N' = \frac{(M - m)(g + a)}{2}.$$

Loại 2 : VẬT CHUYỂN ĐỘNG TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

VẬT TRƯỢT TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG CÓ MA SÁT

195 Một vật trượt không vận tốc đầu từ đỉnh mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^o$. Hệ số ma sát trượt là $\mu = 0,3464$. Chiều dài mặt phẳng nghiêng là $l = 1$m. Lấy $g = 10m/s^2$ và $\sqrt{3} = 1,732$.



a) Tính gia tốc chuyển động của vật.

b) Tính thời gian và vận tốc khi vật đến cuối mặt phẳng nghiêng (B).

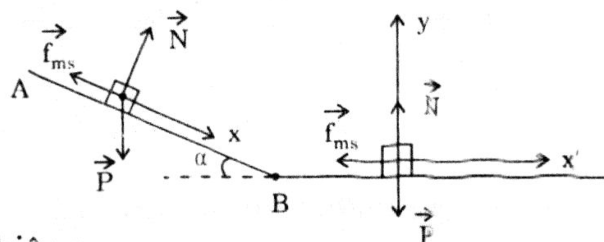
c) Sau khi đi hết mặt phẳng nghiêng, vật tiếp tục trượt trên mặt ngang. Hệ số ma sát trượt vẫn là $\mu = 0,3464$.

Tính quãng đường vật trượt được cho đến khi dừng lại trên mặt ngang. Biết rằng khi đến cuối dốc (B), vận tốc của vật chỉ đổi hướng chứ không đổi độ lớn.

Giải

a) Gia tốc chuyển động của vật trên mặt phẳng nghiêng :

\+ Các lực tác dụng vào vật :



- Trọng lực $\vec{P}$.
- Lực ma sát $\vec{f}_{ms}$.
- Phản lực $\vec{N}$ của mặt phẳng nghiêng.

\+ Hợp lực : $\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = m\vec{a}$

Chiếu lên Ox : $P\sin\alpha - f_{ms} = ma_x \quad \Rightarrow \quad mg\sin\alpha - \mu N = ma_x$ (1)

Chiếu lên Oy : $-P\cos\alpha + N = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg\cos\alpha$ (2)

(1) và (2) cho : $mg\sin\alpha - \mu.mg\cos\alpha = ma_x$

$$\Rightarrow a_x = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 10\left(\frac{1}{2} - 0,3464.\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

hay : $a = 2m/s^2$.

b) Thời gian trượt hết dốc và vận tốc cuối dốc :

+ $S = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2\times 1}{2}} = 1s$

+ $V = a.t = 2 \times 1 = 2m/s$.

c) Quãng đường vật trượt được trên mặt phẳng ngang:

+ Các lực tác dụng vào vật :
- Trọng lực $\vec{mg}$
- Phản lực $\vec{N'}$
- Lực ma sát $\vec{f}_{ms}$ của mặt ngang.

+ Hợp lực : $\vec{F'} = \vec{P} + \vec{N'} + \vec{f}_{ms} = m\vec{a'}$

Chiếu xuống trục x' : $-f'_{ms} = ma'_x$

$$-\mu N' = ma'_x \qquad (3)$$

Chiếu xuống trục y' : $-P + N' = 0$

$$N' = mg \qquad (4)$$

(3) và (4) : $a'_x = -\mu g = -3,464m/s^2$

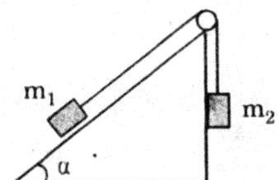
+ Khi vật dừng : $0 - V^2 = 2a'_x.l_{max}$

$$\Rightarrow l_{max} = \frac{-V^2}{2a'_x} = \frac{2^2}{2(3,464)} \approx 0,577m.$$

MẶT PHẲNG NGHIÊNG VỚI RÒNG RỌC CỐ ĐỊNH

196 **Xem hệ cơ liên kết như hình vẽ với :**

+ **$m_1 = 3kg$**
+ **$m_2 = 1kg$**
+ **Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,1$.**
+ **$\alpha = 30^o$**
+ **$g = 10m/s^2$**
+ **Dây nối không co dãn.**
+ **Bỏ qua khối lượng ròng rọc và dây nối.**

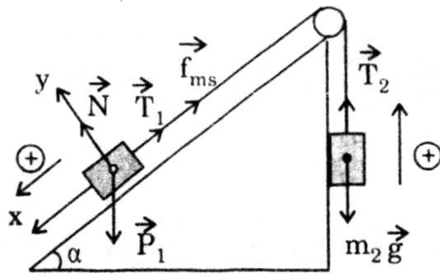


Tính gia tốc của vật và sức căng dây.

Giải

+ Trước nhất ta chưa biết chiều chuyển động của 2 vật nên ta giả thiết vật m_1 trượt xuống mặt phẳng nghiêng và m_2 đi lên, lúc đó lực ma sát $\vec{f}_{ms}$ có chiều như hình vẽ. Vật chuyển động nhanh dần đều nên với chiều dương đã chọn nếu ta tính được a > 0 thì chiều chuyển động đã giả thiết là đúng, nếu a < 0 thì chiều chuyển động ngược lại.

+ Các lực tác dụng vào m_1 :
  - Trọng lực $m_1\vec{g}$
  - Phản lực $\vec{N}$
  - Sức căng $\vec{T}_1$ (có độ lớn là T)
  - Lực ma sát $\vec{f}_{ms}$ (có độ lớn : $f_{ms} = \mu N$)



Hợp lực : $m_1\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_1 + \vec{f}_{ms} = m_1\vec{a}_1$

Chiếu xuống hệ trục vuông góc xOy :

$$\begin{cases} m_1 g\sin\alpha - T - \mu N = ma \quad (|\vec{a}_1| = a) \\ -m_1 g\cos\alpha + N = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad m_1 g\sin\alpha - T - \mu\, m_1 g\cos\alpha = ma \qquad (1)$$

+ Các lực tác dụng vào m_2 :
  - Trọng lực $m_2\vec{g}$
  - Sức căng $\vec{T}_2$ (với $|\vec{T}_2| = T$)

Hợp lực : $m_2\vec{g} + \vec{T}_2 = m_2\vec{a}_2$ hay : $-m_2 g + T = m_2 a$ (2)

(với $|\vec{a}_2| = a$)

+ Cộng (1) và (2) : $m_1 g\sin\alpha - \mu m_1 g\cos\alpha - m_2 g = (m_1 + m_2)a$

$$\Rightarrow a = \frac{m_1 g\sin\alpha - \mu m_1 g\cos\alpha - m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{3\times 10.\frac{1}{2} - 0,1.3.\frac{\sqrt{3}}{2}.10 - 1.10}{4} \approx 0,6\text{m/s}$$

Ta thấy a > 0, vậy chiều chuyển động đã chọn là đúng.

+ (2) $\Rightarrow$ $T = m_2(g + a) = 10,6$N.

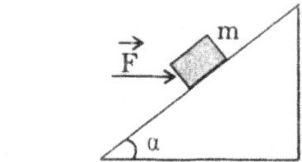
VẬT CHUYỂN ĐỘNG TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG CHỊU THÊM LỰC TÁC DỤNG

197 Một vật khối lượng m có thể trượt trên mặt phẳng nghiêng góc α so với mặt phẳng ngang. Hệ số ma sát là μ. Lực $\vec{F}$ có phương nằm ngang tác dụng

vào vật. Tính độ lớn lực $\vec{F}$ khi vật chuyển động thẳng đều trong hai trường hợp :

a) Vật đi lên

b) Vật đi xuống.



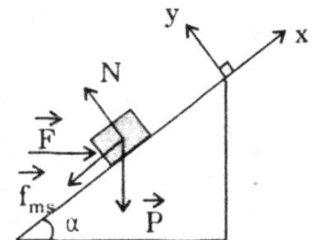
Giải

a) Vật đi lên :

Hợp lực tác dụng vào vật : $\vec{F} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = \vec{0}$

Chiếu xuống hệ trục xOy như hình vẽ :

$$\begin{cases} F\cos\alpha - mg\sin\alpha - f_{ms} = 0 \quad \text{với } f_{ms} = \mu N \\ -F\sin\alpha - mg\cos\alpha + N = 0 \end{cases}$$



$\Leftrightarrow \quad F\cos\alpha - mg\sin\alpha - \mu(F\sin\alpha + mg\cos\alpha) = 0$

$\Leftrightarrow \quad F(\cos\alpha - \mu\sin\alpha) - mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = 0$

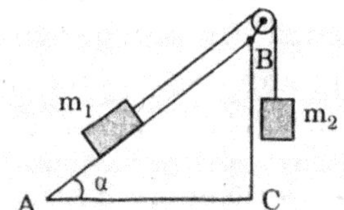
$\Leftrightarrow \quad F = mg\dfrac{tg\alpha + \mu}{1 - \mu tg\alpha}$

b) Vật đi xuống : Lực ma sát $\vec{f}_{ms}$ hướng lên

Lí luận tương tự ta được : $F = mg\dfrac{tg\alpha - \mu}{1 + \mu tg\alpha}$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

198 Nêm ABC có đáy AC nằm ngang trên mặt đất, cạnh BC đứng thẳng và góc $\alpha = 30^o$ (Hình vẽ). Hai vật có khối lượng m_1 = 1kg và m_2 = 2kg được buộc vào hai đầu một đoạn dây vắt qua ròng rọc. Khối lượng của ròng rọc và dây không đáng kể. Ban đầu m_2 được giữ ở độ cao h = 1m so với mặt đất. Thả cho hệ thống chuyển động không có vận tốc ban đầu, m_1 trượt trên mặt phẳng nghiêng với hệ số ma sát μ = 0,23. Lấy g = 10m/s^2. Tính : gia tốc a của m_2, lực căng dây T và vận tốc V của m_2 khi nó sắp chạm đất.

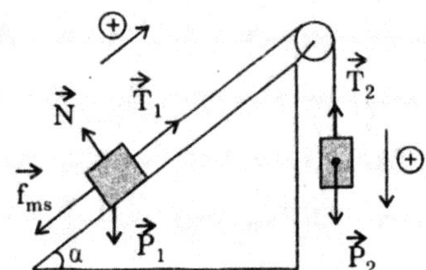


(Trích đề thi HS giỏi Vật lí – 1986)

Hướng dẫn

$$\begin{cases} T - f_{ms} - P_1\sin 30^o = m_1 a \\ -T + P_2 = m_2 a \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{P_2 - f_{ms} - P_1\sin 30^o}{m_1 + m_2}$$

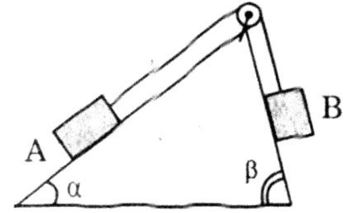


$$a = \frac{m_2 - \mu m_1 \cos 30^\circ - m_1 \sin 30^\circ}{m_1 + m_2} \times g \approx 4,3 m/s^2$$

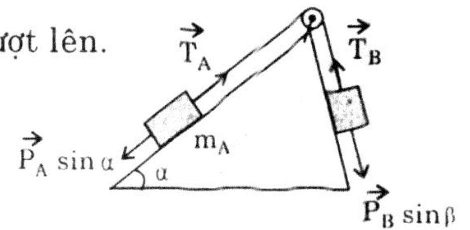
$$T = m_2(g - a) \approx 11,3N$$

$$V = \sqrt{2ah} \approx 2,94 m/s.$$

199 Vật A(m_A = 2kg) và B(m_B = 1kg) nối với nhau bằng dây không dãn qua ròng rọc như hình vẽ. Bỏ qua khối lượng ròng rọc và khối lượng dây nối hai vật A và B có thể trượt không ma sát trên hai mặt phẳng nghiêng hợp với mặt ngang góc $\alpha = 30^\circ$ và $\beta = 30^\circ$. Lấy g = 10m/s². Tính gia tốc và sức căng dây.



Hướng dẫn



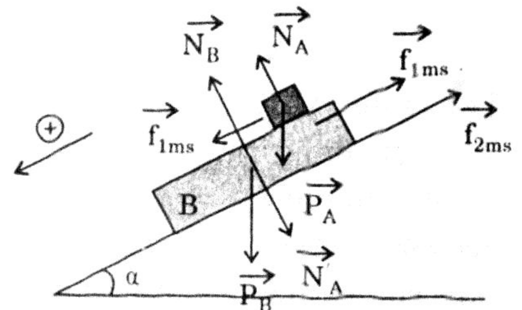
- Vì $P_B\sin\beta > P_A\sin\alpha$ nên B trượt xuống, A trượt lên.
- $\begin{cases} T - m_A g \sin\alpha = m_A . a \\ m_B . g . \sin\beta - T = m_B . a \end{cases}$

$\Rightarrow \quad a = \dfrac{m_B . \sin\beta - m_A . \sin\alpha}{m_A + m_B} \times g = 0,122 m/s^2$

- $T = m_A(g\sin\alpha + a) = 10,244N.$

200 Hai miếng gỗ A và B chồng lên nhau, sau đó chúng đặt trên mặt phẳng nghiêng như hình vẽ. Hệ số ma sát giữa hai miếng gỗ là μ_1 , giữa miếng gỗ B và mặt phẳng nghiêng là μ_2.

Khi thả ra, giả sử cả hai miếng gỗ đều trượt thì miếng gỗ dưới B có thể trượt nhanh hơn miếng gỗ trên A không ?



Hướng dẫn

- Nếu gỗ B trượt nhanh hơn thì : $a_B > a_A$
- Hợp lực tác dụng vào A :

$$\vec{f}_{1ms} + \vec{N}_A + \vec{P}_A = m_A . \vec{a}_A$$

$$f_{1ms} + P_A\sin\alpha = m_A . a_A \quad \Rightarrow \quad a_A = \frac{f_{1ms}}{m_A} + g\sin\alpha$$

- Hợp lực tác dụng vào B :

$$\vec{f}_{1ms} + \vec{f}_{2ms} + \vec{P}_B + \vec{N}_B + \vec{N}'_B = m_B . \vec{a}_B$$

$$\Rightarrow \quad a_B = -\frac{f_{1ms} + f_{2ms}}{m_B} + g\sin\alpha < a_a \ :$$

Trái với giả thiết, vậy B không thể trượt nhanh hơn A.

201 Cùng với giả thiết như bài 200, tìm điều kiện để :

a) Miếng gỗ A trượt nhanh hơn B.

b) Hai miếng gỗ A và B cùng trượt nhanh như nhau.

Hướng dẫn

- Hợp lực tác dụng vào A : $\vec{f}_{ms} + \vec{N}_A + \vec{P}_A = m_A.\vec{a}_A$

$\Rightarrow \quad -f_{1ms} + P_A\sin\alpha = m_A.a_A$

$\Rightarrow \quad a_A = g\sin\alpha - \mu_1 g\cos\alpha$ (1)

- Hợp lực tác dụng vào B :

$$\vec{f}_{1ms} + \vec{f}_{2ms} + \vec{P}_B + \vec{N}_B + \vec{N}'_B = m_B.\vec{a}_B$$

$\Rightarrow \quad f_{1ms} - f_{2ms} + P_B\sin\alpha = m_B.a_B$

Với $\begin{cases} f_{1ms} = f_{1ms} = \mu_1 m_A.g.\cos\alpha \\ f_{2ms} = \mu_2(m_A + m_B)g\cos\alpha \end{cases}$

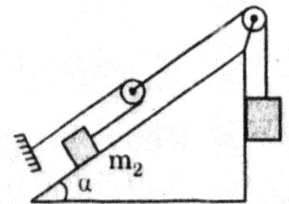
nên : $a_B = g\sin\alpha - \mu_2\dfrac{m_A + m_B}{m_B}g\cos\alpha + \mu_1\dfrac{m_A}{m_B}g\cos\alpha$

- Với $a_A > a_B$ (2)

(1) và (2) cho : $\mu_1 < \mu_2$

- 2 vật cùng trượt nhanh như nhau : $\mu_1 \geq \mu_2$.

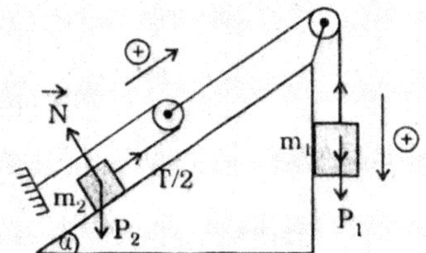
202 Vật m_1 = 3kg và m_2 = 2kg liên kết với nhau như hình vẽ. Bỏ qua: ma sát, khối lượng ròng rọc và dây nối. Tính quãng đường mỗi vật đi được sau 1s. Lấy g = 10m/s^2.



Hướng dẫn

- Vật m_1 đi xuống m_2 đi lên.
- Trong cùng thời gian t, vật m_2 đi được quãng đường gấp 2 lần quãng đường đi được của m_1 nên : $a_2 = 2a_1$

- $\begin{cases} P_1 - T = m_1 a_1 \\ \dfrac{T}{2} - P_2\sin\alpha = m_2 a_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 30 - T = 3a_1 \\ \dfrac{T}{2} - 10 = 4a_1 \end{cases}$



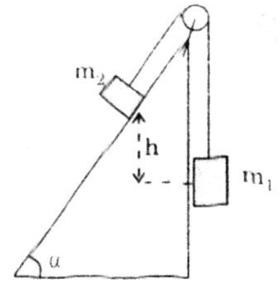
$\Rightarrow \quad a_1 = \dfrac{10}{11}\,m/s^2$

- $S_1 = \dfrac{1}{2}a_1t^2 = \dfrac{5}{11}\,m; \qquad S_2 = 2S_1 = \dfrac{10}{11}\,m$

203 Vật m_2 = 3kg trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng góc α = 30°, còn m_1 = 1kg chuyển động thẳng đứng, hai vật nối với nhau bằng dây không dãn và khối lượng không đáng kể qua ròng rọc nhẹ (Hình vẽ). Thả cho hệ chuyển động với vận tốc đầu bằng 0. Lấy g = 10m/s^2.

a) Tính gia tốc chuyển động của mỗi vật.

b) Lúc đầu hai vật cách nhau h = 0,75m theo phương thẳng đứng. Hỏi lúc gặp nhau mỗi vật có vận tốc bao nhiêu ?



Hướng dẫn

a) Vì $P_2\sin\alpha > P_1$ nên m_2 đi xuống m_1 đi lên.

$$\begin{cases} T - P_1 = m_1 a \\ P_2\sin\alpha - T = m_2 a \end{cases} \Rightarrow \quad a = \frac{P_2\sin\alpha - P_1}{m_1 + m_2} = 1,25\ m/s^2$$

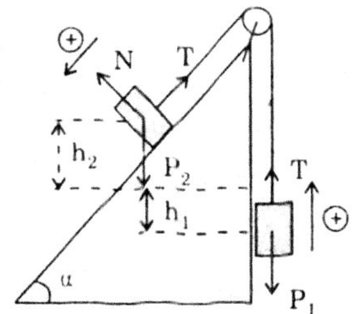
b) • Quãng đường dịch chuyển hai vật bằng nhau : $S_1 = S_2 = S$.

• Có $\begin{cases} h_1 = S_1 = S \\ h_2 = S_2\sin\alpha = \dfrac{S}{2} \end{cases}$

• Có : $h_1 + h_2 = h = 0,75m \quad \Rightarrow \quad S = 0,5m$

• $t = \sqrt{\dfrac{2S}{a}} \approx 0,9(s)$

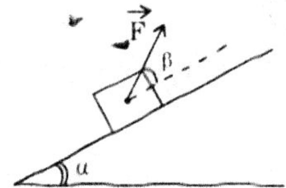
• $V = a.t = 1,25 \times 0,9 = 1,125m/s$.



204 Một vật khối lượng m = 1kg đặt trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^o$. Vật được kéo bởi lực $\vec{F}$ hợp với phương mặt phẳng nghiêng góc β để vật chuyển động đều đi lên trên mặt phẳng nghiêng. Biết hệ số ma sát và mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,3$.

a) Với $\beta = 45^o$, tính độ lớn lực kéo F.

b) Thay đổi góc β thích hợp để lực kéo bé nhất. Tính giá trị lực bé nhất ấy.

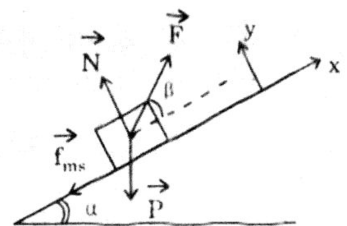


Chú thích : f(x) = cosx + asinx lớn nhất khi tgx = a.

Hướng dẫn

a) $\begin{cases} F\cos\beta - f_{ms} - P\sin\alpha = 0 \\ F\sin\beta + N - P\cos\alpha = 0 \end{cases}$ Với $f_{ms} = \mu N$

$$\Rightarrow \quad F = mg\frac{\mu\cos\alpha + \sin\alpha}{\cos\beta + \mu\sin\beta} \qquad (*)$$



Với : $\sin 15^o = 0,2588$; $\cos 15^o = 0,9659$ Ta được : F = 7,28N.

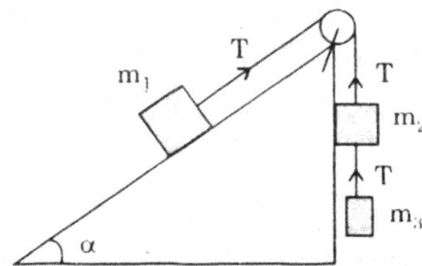
b) (*) ⇒ F : min ⇔ $\cos\beta + \mu\sin\beta$ lớn nhất khi : $tg\beta = \mu$

Lúc đó : $\cos\beta + \mu\sin\beta = \cos\beta(1 + \mu tg\beta)$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\beta}}(1 + \mu tg\beta) = \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}(1 + \mu^2) = \sqrt{1+\mu^2}$$

$$(*) \Rightarrow \quad F_{min} = mg\frac{\mu\cos\alpha + + \sin\alpha}{\sqrt{1+\mu^2}} \approx 7,277N.$$

205 Ba vật $m_1 = 5kg$, $m_2 = m_3 = 1kg$ được nối với nhau qua ròng rọc như hình vẽ, trong đó m_1 trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng $\alpha = 30^o$ so với mặt ngang. Bỏ qua khối lượng dây nối và ròng rọc. Lấy $g = 10m/s^2$.



Tính sức căng dây nối các vật.

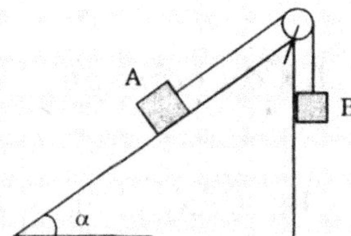
Hướng dẫn

- m_1 trượt xuống dưới, m_2 và m_3 đi lên.
- $\begin{cases} P_1 \sin\alpha - T = m_1 a \\ T - (P_2 + P_3) = (m_2 + m_3)a \end{cases} \Rightarrow \quad a = \dfrac{P_1 \sin\alpha - (P_2 + P_3)}{m_1 + m_2 + m_3} = \dfrac{5}{7} m/s^2$
- $T = P_1 \sin\alpha - m_1 a \approx 21,4N$
- $T' = P_3 + m_3 a \approx 10,7N.$

206 Hai vật A và B có cùng khối lượng : $m_A = m_B = m = 2kg$ được nối với nhau qua ròng rọc như hình vẽ. Bỏ qua khối lượng ròng rọc và dây nối. Lúc đầu hệ đứng yên, sau đó thả cho hệ chuyển động tự do thì vật A trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^o$, còn B chuyển động thẳng đứng.

a) Tính vận tốc mỗi vật sau khi thả ra được 1s.

b) Sau khi thả ra được 1s, ta đốt dây nối với B. Tính quãng đường vật A trượt thêm trên mặt phẳng cho đến khi dừng lại. Lấy $g = 10m/s^2$



Hướng dẫn

a) • $\begin{cases} T - P_A \sin\alpha = m_A . a \\ P_B - T = m_B . a \end{cases} \Rightarrow \quad a = \dfrac{P_B - P_A . \sin\alpha}{m_a + m_B} = 2,5\, m/s^2$

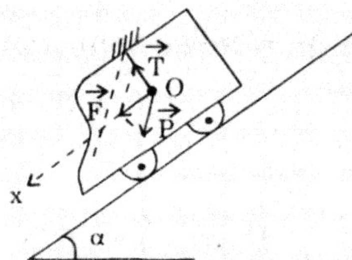
• $V_o = a.t = 2,5m/s$

b) Gia tốc vật A sau khi đốt dây : $a' = g\sin\alpha = 5m/s^2$

$$S_{max} = \frac{V_o^2}{2a'} = 0,625m.$$

207 Chứng minh rằng ở vị trí cân bằng, phương của dây treo con lắc gắn trên trần một chiếc xe lăn xuống dốc không ma sát luôn luôn vuông góc với mặt dốc.

Hướng dẫn



- Khi cân bằng : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$.
- Chiếu xuống Ox : $P\sin\alpha + hch\vec{T} = ma$

$hch\vec{T} = mg\sin\alpha - P\sin\alpha = 0$

$\Rightarrow \quad \vec{T} \perp Ox$ hay phương dây treo $\perp$ mặt dốc.

Chương III

TĨNH HỌC

§12. CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN

Loại 1 :

CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN CHỊU TÁC DỤNG CỦA 2 HAY 3 LỰC

I. Cân bằng của vật rắn chịu tác dụng của hai lực

Hai lực ấy phải:
- Cùng giá
- Cùng độ lớn
- Ngược chiều

II. Cân bằng của vật rắn chịu tác dụng ba lực không song song

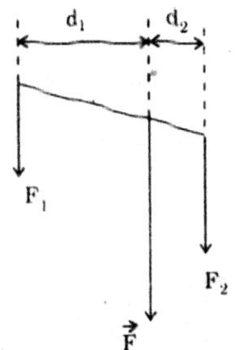
Ba lực ấy phải:
- Có giá đồng phẳng
- Có giá đồng quy
- Hợp lực hai lực phải cân bằng với lực thứ ba

III. Cân bằng của vật rắn chịu tác dụng của 3 lực song song

Ba lực ấy phải:
- Có giá đồng phẳng
- Lực ở trong ngược chiều với hai lực phía ngoài
- Hợp lực của hai lực phía ngoài phải cân bằng với lực ở trong

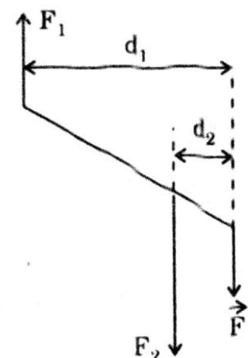
IV. Quy tắc hợp lực hai lực song song

a) Hai lực song song và cùng chiều :



$\vec{F}$ có:
- Hướng : cùng hướng với $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$
- Giá của $\vec{F}$: $\dfrac{F_1}{F_2} = \dfrac{d_2}{d_1}$ (chia trong)
- Độ lớn : $F = F_1 + F_2$

b) Hai lực song song và ngược chiều :



$\vec{F}$ có:
- Hướng : cùng hướng với lực có độ lớn lớn hơn
- Giá của $\vec{F}$: $\dfrac{F_1}{F_2} = \dfrac{d_2}{d_1}$ (chia ngoài)
- Độ lớn : $F = |F_1 - F_2|$

CÂN BẰNG CỦA GIÁ TREO

208 **Một giá treo như hình vẽ gồm :**

+ Thanh AB = 1m tựa vào tường ở A.

+ Dây BC = 0,6m nằm ngang.

Treo vào đầu B một vật nặng khối lượng m = 1kg. Tính độ lớn lực đàn hồi F xuất hiện trên thanh AB và sức căng T của dây BC khi giá treo cân bằng.

Lấy $g = 9{,}8m/s^2$ và bỏ qua khối lượng thanh AB, các dây nối.

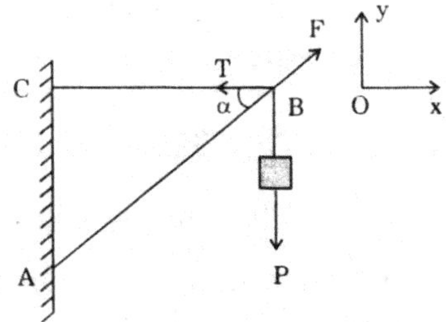
Giải

- Khi giá treo cân bằng có 3 lực đồng quy tại B :

  + Trọng lực $\vec{P}$ của vật nặng.

  + Sức căng $\vec{T}$ của dây CB.

  + Lực đàn hồi $\vec{F}$ của thanh AB. (do thanh bị co lại dưới tác dụng của $\vec{T}$ và $\vec{P}$)



- Điều kiện cân bằng của 3 lực đồng quy : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$

Chiếu xuống Ox : $-T + F\cos\alpha = 0 \Rightarrow F\cos\alpha = T$ (1)

Chiếu xuống Oy : $-P + F\sin\alpha = 0 \Rightarrow F\sin\alpha = P$ (2)

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \cot g\alpha = \frac{T}{P} \Rightarrow T = P.\cot g\alpha$$

Với $\begin{cases} P = mg = 9{,}8N \\ \cot g\alpha = \dfrac{BC}{AC} = \dfrac{BC}{\sqrt{AB^2 - BC^2}} = \dfrac{0{,}6}{0{,}8} = 0{,}75 \end{cases}$

nên : $T = 9{,}8 \times 0{,}75 = 7{,}35N$

$(1) \Rightarrow F = \dfrac{T}{\cos\alpha}$ với $\cos\alpha = \dfrac{BC}{AB} = \dfrac{0{,}6}{1} = 0{,}6$

$$F = \frac{7{,}35}{0{,}6} = 12{,}5N.$$

TÌM GIÁ CỦA LỰC KHI VẬT CÂN BẰNG

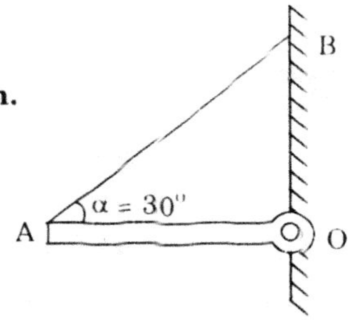
209 **Một thanh dài AO có trọng tâm O ở giữa thanh và có khối lượng m = 1kg. Một đầu O của thanh liên kết với tường bằng một bản lề, còn đầu A được treo vào tường bằng dây AB. Thanh được giữ nằm ngang và dây làm với thanh một góc $\alpha = 30^o$ (hình vẽ).**

Hãy xác định :

a) Giá của phản lực Q của bản lề tác dụng vào thanh.

b) Độ lớn của lực căng của dây và phản lực Q.

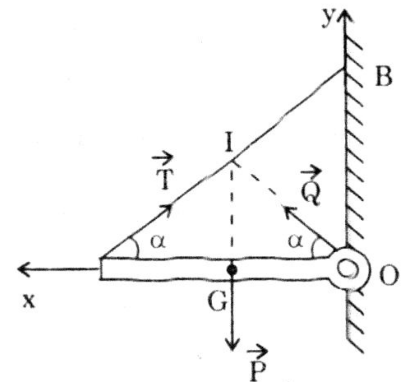
Lấy g = 10m/s.



(Bài 47.4 SGK Vật lí 10)

Giải

a) Giá phản lực $\vec{Q}$ của bản lề :



- Thanh AO chịu tác dụng 3 lực :

  + Trọng lực $\vec{P}$ có giá là đường IG (I là trung điểm dây AB, G là trọng tâm thanh).

  + Sức căng $\vec{T}$ có giá là AB.

  + Phản lực $\vec{Q}$ của bản lề có giá qua O.

- Theo điều kiện cân bằng của vật rắn thì ba phản lực trên phải đồng quy tại một điểm, mà $\vec{P}$ và $\vec{T}$ đã có giá đồng quy tại I nên $\vec{Q}$ cũng đồng quy tại I. Nói khác hơn, giá của Q là OI.

b) Độ lớn của $\vec{T}$ và $\vec{Q}$:

Điều kiện cân bằng : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{Q} = \vec{0}$

Chiếu xuống Ox : $-T\cos\alpha + Q\cos\alpha = 0 \Rightarrow T = Q$

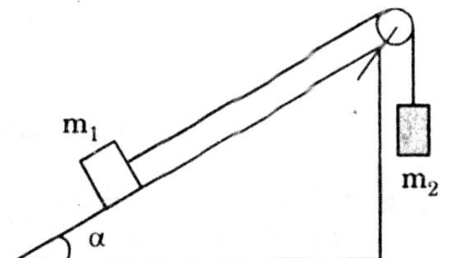
Chiếu xuống Oy : $T\sin\alpha + Q\sin\alpha - P = 0 \Rightarrow 2T\sin\alpha = P$

$$T = \frac{P}{2\sin\alpha} = \frac{10}{2\sin 30^\circ}$$

Vậy : $T = Q = 10N$.

CÂN BẰNG CỦA VẬT NẰM TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

210 **Hai vật m_1 và m_2 được nối với nhau qua ròng rọc như hình vẽ. Hệ số ma sát giữa vật m_1 và mặt phẳng nghiêng là μ. Bỏ qua khối lượng ròng rọc và dây nối. Dây nối không co dãn. Tính tỉ số giữa m_2 và m_1 $\left(\frac{m_2}{m_1}\right)$ để vật m_1 :**



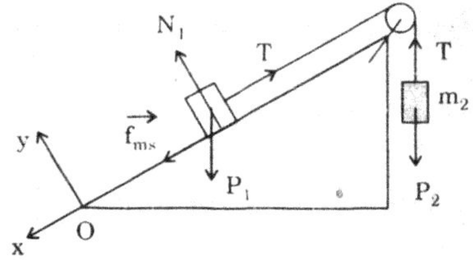
a) Đi lên thẳng đều.

b) Đi xuống thẳng đều.

c) Đứng yên (lúc đầu vật đứng yên).

Giải

a) m_1 đi lên thẳng đều



- Các lực tác dụng vào m_1 :

  + Trọng lực $\vec{P_1}$

  + Phản lực N_1

  + Lực căng $\vec{T}$ có độ lớn $T = P_2$

  + Lực ma sát $\vec{f}_{ms}$ hướng xuống dưới dọc theo mặt phẳng nghiêng.

- Vì vật chuyển động thẳng đều : $\vec{P_1} + \vec{N_1} + \vec{T} + \vec{f}_{ms} = \vec{0}$
- Chiếu xuống Ox : $P_1\sin\alpha - T + f_{ms} = 0$

  hay : $P_1\sin\alpha - P_2 + \mu N_1 = 0$ (1)

  Chiếu xuống Oy : $N_1 - P_1\cos\alpha = 0$

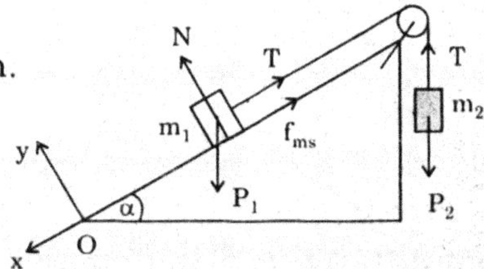
  $N_1 = P_1\cos\alpha$ (2)

  (1) và (2) : $P_1\sin\alpha - P_2 + \mu P_1\cos\alpha = 0$

  $P_1(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = P_2$

  $\Rightarrow \dfrac{P_2}{P_1} = \sin\alpha + \mu\cos\alpha$ hay $\dfrac{m_2}{m_1} = \sin\alpha + \mu\cos\alpha$ (3)

b) m_1 đi xuống thẳng đều :



Trường hợp này lực ma sát $\vec{f}_{ms}$ hướng lên.

Lí luận tương tự như trên ta có :

$$\begin{cases} P_1\sin\alpha - P_2 - \mu N = 0 \\ N = P_1\cos\alpha \end{cases}$$

$\Rightarrow$ $P_1\sin\alpha - P_2 - \mu P_1\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow$ $\dfrac{P_2}{P_1} = \sin\alpha - \mu\cos\alpha$ hay : $\dfrac{m_2}{m_1} = \sin\alpha - \mu\cos\alpha$ (4)

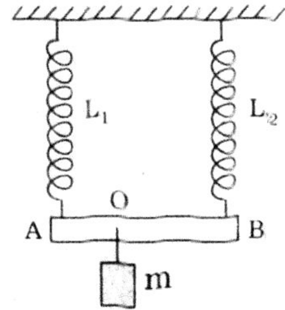
c) m_1 đứng yên : Lúc ban đầu vật đứng yên :

- Biểu thức (3) cũng là giá trị lớn nhất của $\dfrac{m_2}{m_1}$ để vật m_1 còn đứng yên (để chuẩn bị chạy lên).
- Biểu thức (4) là giá trị bé nhất của $\dfrac{m_2}{m_1}$ để vật m_1 còn đứng yên (để chuẩn bị chạy xuống).

Vậy để m_1 đứng yên thì : $\sin\alpha - \mu\cos\alpha \le \dfrac{m_2}{m_1} \le \sin\alpha + \mu\cos\alpha$.

ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA 3 LỰC SONG SONG

211 **Hai lò xo L_1 và L_2 có độ cứng là K_1 và K_2, chiều dài tự nhiên bằng nhau. Đầu trên của 2 lò xo móc vào trần nhà nằm ngang, đầu dưới móc vào thanh AB = 1m, nhẹ, cứng sao cho 2 lò xo luôn luôn thẳng đứng. Tại O (OA = 40cm) ta móc quả cân khối lượng m = 1kg thì thanh AB có vị trí cân bằng mới và nằm ngang.**



a) Tính lực đàn hồi của mỗi lò xo.

b) Biết K_1 = 120N/m. Tính độ cứng K_2 của L_2.

Lấy g = 10m/s^2.

Giải

a) Lực đàn hồi của mỗi lò xo :

- Khi cân bằng thanh AB chịu tác dụng 3 lực :

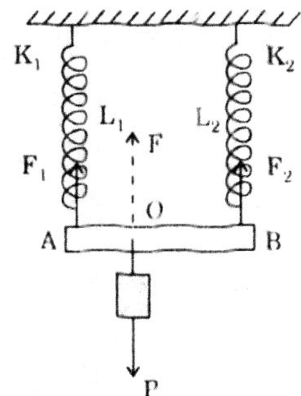
  – Trọng lực $\vec{P}$ có hướng thẳng đứng xuống dưới.

  – 2 lực đàn hồi của 2 lò xo hướng thẳng đứng lên trên.

- Đây là 3 lực song song nên để vật cân bằng thì :

\+ Hợp lực $\vec{F}$ của 2 lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ (ở bên ngoài) phải cân bằng với lực ở giữa tức điểm đặt của $\vec{F}$ cũng là $\vec{P}$ (tức O) và F = P.

- Quy tắc hợp lực song song cho :



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{OB}{OA} = 1,5 \quad \Rightarrow \quad F_1 = 1,5F_2$$

Và : $F = P = F_1 + F_2 = 2,5F_2$

$$\Rightarrow \quad F_2 = \frac{P}{2,5} = 4N \quad \Rightarrow \quad F_2 = 6N$$

b) Độ cứng K_2 của L_2 :

Vì 2 lò xo có cường độ dãn Δl nên :

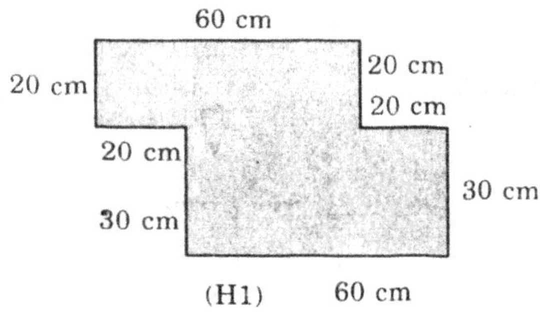
$$\begin{matrix} F_1 = K_1\Delta l \\ F_2 = K_2\Delta l \end{matrix} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{K_1}{K_2} \Rightarrow K_2 = K_1.\frac{F_2}{F_1} = 120.\frac{4}{6} = 80N/n.$$

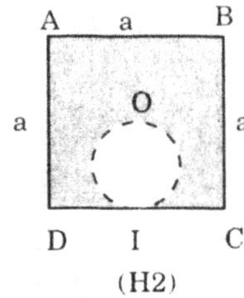
TÌM TRỌNG TÂM CỦA BẢN MỎNG

212 **Tìm vị trí trọng tâm của bản mỏng khối lượng phân bố đều.**

a) Bản mỏng có dạng như hình 1

b) Bản mỏng có dạng như hình 2, trong đó ABCD là 1 hình vuông tâm O, cạnh a bị khoét mất một lỗ tròn đường kính OI với I là trung điểm cạnh CD.





Giải

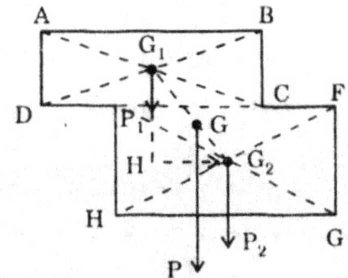
a) Trọng tâm bản mỏng (H_1) :

Bản mỏng được chia thành 2 bản mỏng nhỏ :

- Bản mỏng ABCD có trọng tâm là G_1, trọng lực $\vec{P_1}$.
- Bản mỏng EFGH có trọng tâm là G_2, trọng lực và $\vec{P_2}$.
- Gọi G là trọng tâm của cả bản mỏng, đó chính là điểm đặt của trọng lực $\vec{P}$ với $\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2}$

  Vậy muốn tìm điểm G ta đi tìm điểm đặt hợp lực của 2 lực song song và cùng chiều $\vec{P_1}$ và $\vec{P_2}$.
- Áp dụng hợp lực của 2 lực song song và cùng chiều, ta có :

$$\frac{GG_1}{GG_2} = \frac{P_2}{P_1}$$



Và vì bản mỏng có khối lượng phân bố đều nên :

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{1800cm^2}{1200cm^2} = 1,5$$

Vậy : $\frac{GG_1}{GG_2} = 1,5 \quad \Rightarrow \quad GG_1 = 1,5\ GG_2$

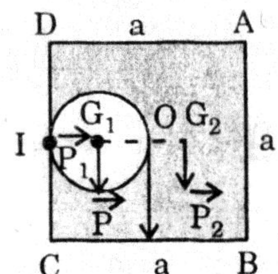
Mặt khác, ta có : $G_1G_2 = \sqrt{G_1H^2 + HG_2^2} = \sqrt{25^2 + 20^2} \approx 32cm$

hay $GG_1 + GG_2 = 32$

$$1,5GG_2 + GG_2 = 32 \quad \Rightarrow \quad GG_2 = \frac{32}{2,5} = 12,8\ (cm)$$

Vậy G nằm trên đoạn G_1G_2 và cách G_2 12,8cm.

b) Trọng tâm của bản mỏng (H_2) :



Ta hãy xét bản mỏng trước khi khoét.

Trọng lực của cả bản mỏng là $\vec{P}$ đặt tại O.

Trọng lực của bản sẽ khoét là $\vec{P_1}$ đặt tại G_1.

Trọng lực của bản còn lại $\vec{P_2}$ đặt tại G_2 phải đi tìm.

Ta có : $\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2}$ nên $\dfrac{OG_2}{OG_1} = \dfrac{P_1}{P_2} = \dfrac{S_1}{S_2} = \dfrac{S_1}{S - S_1}$

Với : $\begin{cases} S_1 = \pi\left(\dfrac{a}{4}\right)^2 \\ S = a^2 \end{cases}$ nên $\dfrac{OG_2}{OG_1} = \dfrac{\pi\left(\dfrac{a}{4}\right)^2}{a^2 - \pi\left(\dfrac{a}{4}\right)^2} = \dfrac{\pi}{16 - \pi}$

$\Rightarrow \quad OG_2 = \dfrac{\pi}{16-\pi}.OG_1 = \dfrac{\pi}{16-\pi} \times \dfrac{a}{4}$ hay $OG_2 = \dfrac{\pi a}{4(16-\pi)}$.

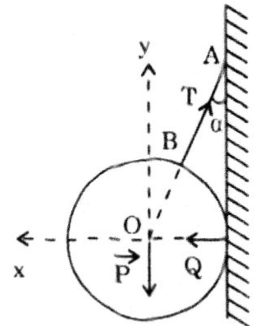
BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

213 Một quả cầu bán kính R = 20cm, khối lượng m = 2kg được treo vào tường nhẵn bằng sợi dây AB = 20cm như hình vẽ.

a) Xác định giá sức căng T của dây AB khi quả cầu cân bằng.

b) Tính áp lực quả cầu lên tường và sức căng T.

Lấy $g = 10m/s^2$.



Hướng dẫn

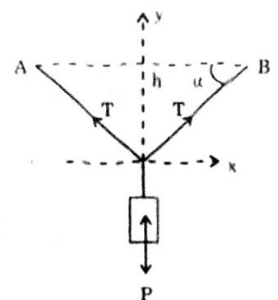
a) Giá của $\vec{T}$ là AO

b) + Tính được $\alpha = 30^o$

+ Chiếu trên Oy : $T = \dfrac{P}{\cos 30^o} \approx 23{,}1N$

+ Chiếu trên Ox : $Q = T\sin 30^o \approx 11{,}55N$.

214 Một sợi dây căng ngang giữa hai điểm cố định A, B với AB = 2m. Treo vào trung điểm của dây một vật có khối lượng m = 10kg thì khi vật đã cân bằng nó hạ xuống khoảng h = 50cm (H vẽ). Tính lực căng dây. Lấy $g = 10m/s^2$.

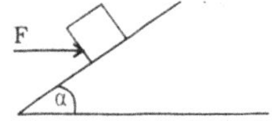


Hướng dẫn

- Tính được : $\sin\alpha \approx 0{,}447$
- Sau khi chiếu xuống Ox và Oy : $T = \dfrac{P}{2\sin\alpha} \approx 104{,}8$ N.

215 Một vật có trọng lượng P = 10 N được giữ đứng yên trên mặt phẳng nghiêng góc α bằng lực $\vec{F}$ có phương nằm ngang như hình vẽ. Biết $tg\alpha = 0.5$ và hệ số ma sát $\mu = 0{,}2$.

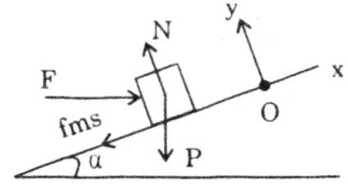
Tính giá trị lực F lớn nhất và bé nhất. Lấy $g = 10m/s^2$.



Hướng dẫn

a) F lớn nhất thì vật có xu hướng chạy lên ($\vec{f}_{ms}$ hướng xuống dưới).

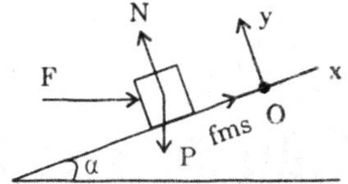
$$\begin{cases} F_{max}\cos\alpha - P\sin\alpha - \mu N = 0 \\ -F_{max}\sin\alpha - P\cos\alpha + N = 0 \end{cases}$$



$$\Rightarrow F_{max} = P\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha} = p.\frac{tg\alpha + \mu}{1 - \mu tg\alpha} \approx 7{,}8N.$$

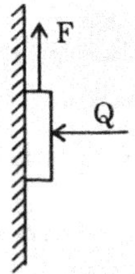
b) Nhỏ nhất thì vật có xu hướng chạy xuống ($\vec{f}_{ms}$ có hướng lên)

$$\begin{cases} F_{min}\cos\alpha - P\sin\alpha + \mu N = 0 \\ -F_{min}\sin\alpha - P\cos\alpha + N = 0 \end{cases}$$



$$\Rightarrow F_{min} = P\frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} = P\frac{tg\alpha - \mu}{1 + \mu tg\alpha} \approx 2{,}7N.$$

216 Một vật có trọng lượng P = 27N được ép sát vào tường nhờ lực Q = 10N vuông góc với tường (Hình vẽ). Ngoài ra vật còn chịu lực $\vec{F}$ thẳng đứng hướng lên. Gọi F_1 là giá trị tối thiểu của F để vật đứng yên và F_2 là giá trị để vật chuyển động thẳng đều đi lên thì $\frac{F_1}{F_2} = 0{,}8$.



a) Tính hệ số ma sát μ của vật và tường.

b) Với F = 25N và F = 29N thì vật lúc đó thế nào ?

Độ lớn và hướng của lực ma sát.

Hướng dẫn

a) • Với $F = F_1$: Vật chịu $\vec{f}_{ms}$ (nghỉ) cực đại hướng lên nên :

$$F_1 = P - \mu Q \qquad (1)$$

• Với $F = F_2$: $F_2 = P + \mu Q$ (2)

• $\frac{F_1}{F_2} = 0{,}8 \Rightarrow \mu = 0{,}3$

b) • (1) ⇒ $F_1 = 24N$

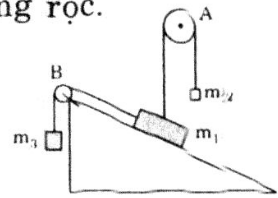
(2) ⇒ $F_2 = 30N$

$F_1 < F < F_2$: Vật đứng yên.

• F = 25N : $\vec{f}_{ms}$ hướng lên với $f_{ms} = P - F = 2N$

• F = 29N : $\vec{f}_{ms}$ hướng xuống với $f_{ms} = F - P = 2N.$

217 Tìm khối lượng m_3 bé nhất để vật m_1 nằm yên trên mặt phẳng nghiêng góc α với mặt ngang, biết lúc đó dây nối m_1 với ròng rọc A thẳng đứng; dây nối m_1 với ròng rọc B song song với mặt nghiêng. Hệ số ma sát giữa vật m_1 và mặt phẳng nghiêng là μ. Bỏ qua khối lượng dây nối và ròng rọc.



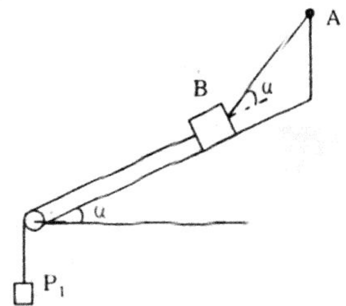
Hướng dẫn

m_3 bé nhất, $\vec{f}_{ms}$ (nghỉ) cực đại hướng lên.

$$\begin{cases} P_3 + f_{ms} - (P_1 - P_2)\sin\alpha = 0 \\ N + P_2\cos\alpha - P_1\cos\alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad m_3 = (m_1 - m_2)(\sin\alpha - \mu\cos\alpha).$$

218 Một vật có trọng lượng P nằm yên trên mặt phẳng nghiêng với phương nằm ngang góc α nhờ vật có trọng lượng P_1 và dây AB (hợp với phương mặt phẳng nghiêng góc α) như hình vẽ. Bỏ qua ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng.

Tính lực căng T của dây AB và áp lực của vật lên mặt phẳng nghiêng.

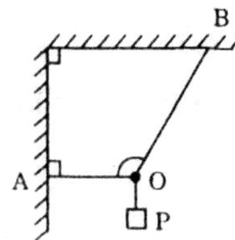


Đáp số:

- $T = \dfrac{P\sin\alpha + P_1}{\cos\alpha}$
- $N = \dfrac{P\cos2\alpha - P_1\sin\alpha}{\cos\alpha}$.

219 Vật có trọng lượng P được treo bởi 2 sợi dây OA và OB như hình vẽ. Khi vật cân bằng thì $\widehat{AOB} = 120^\circ$.

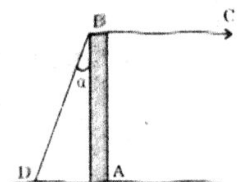
Tính lực căng của 2 dây OA và OB.



Đáp số:

- Dây OA : $T_1 = \dfrac{P}{\sqrt{3}}$
- Dây OB : $T_2 = \dfrac{2P}{\sqrt{3}}$.

220 Một cây trụ nhẹ AB thẳng đứng được kéo bởi 2 dây : dây BC nằm ngang và dây BD nghiêng với trục góc $\alpha = 30^\circ$ (H vẽ). Áp lực của trục lên sàn là Q = 17,32 N.

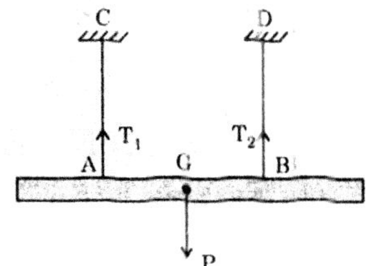


Tính lực căng của hai dây.

Đáp số:

- Dây BC : $T_1 = 10$ N
- Dây BD : $T_2 = 20$ N

221 Một thanh cứng được treo ngang bởi 2 dây không dãn CA và DB (H vẽ). Dây CA và DB chịu được lực căng tối đa là $T_1 = 50N$ và $T_2 = 30N$. Biết khi cân bằng thanh cứng nằm ngang, các dây treo thẳng đứng và AB = 1m.



Tính trọng lượng tối đa của thanh cứng, vị trí các điểm treo A và B.

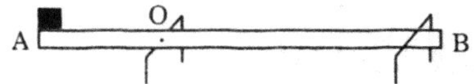
Hướng dẫn

- $P_{max} = T_1 + T_2 = 80N$

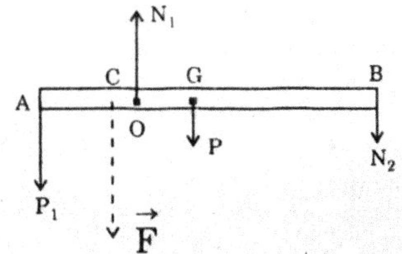
$$\begin{cases} \dfrac{GA}{GB} = \dfrac{T_2}{T_1} = \dfrac{3}{5} \\ GA + GB = 1 \end{cases} \Rightarrow \quad GA = 3{,}75m; \qquad GB = 6{,}25m.$$

222 Một ba-ri-e gồm thanh cứng AB = 4m, trọng lượng P = 35N. Đầu A đặt vật nặng có trọng lượng P_1 = 140N, thanh có thể quay trong mặt phẳng thẳng đứng xung quanh trục nằm ngang ở O cách đầu A 0,5m.

Tính áp lực của thanh lên trục O và lên chốt ngang ở B khi thanh cân bằng nằm ngang.



Hướng dẫn



- Thay $\vec{P}$ và $\vec{P_1}$ bằng lực $\vec{F}$ đặt ở C với :

$$F = P + P_1 = 175N$$

Và : $$\begin{cases} \dfrac{CA}{CG} = \dfrac{P}{P_1} = \dfrac{1}{4} \\ CA + CG = 2m \end{cases} \Rightarrow \quad CA = 0{,}4m$$

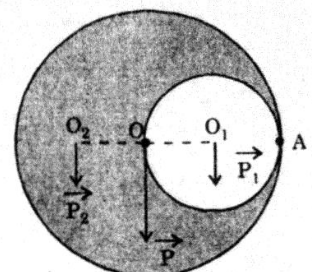
$$\Rightarrow \quad CO = 0{,}1m$$

- $\vec{N_1}$ cân bằng với $\vec{F}$ và $\vec{N_2}$ nên : $\begin{cases} \dfrac{N_2}{F} = \dfrac{OC}{OB} \Rightarrow N_2 = 5N \\ N_1 = N_2 + F = 180N \end{cases}$

223 Một bản mỏng đồng chất tâm O, bán kính OA = R được khoét một lỗ tròn đường kính OA. Tìm trọng tâm của phần bản mỏng còn lại.

Hướng dẫn

Bản mỏng (O; R) = bản mỏng $\left(O_1, \dfrac{R}{2}\right)$ + bản mỏng còn lại.



$\vec{P}$ (tại O) = $\vec{P_1}$ (tại O_1) + $\vec{P_2}$ (tại O_2)

$$\frac{OO_2}{OO_1} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{S_1}{S - S_1} = \frac{1}{3}$$

$$OO_2 = \frac{R}{6}.$$

Loại 2 : CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH

I. Vật rắn có trục quay cố định chịu tác dụng 1 lực

- Giá của lực không qua trục quay : Vật sẽ quay.
- Giá của lực qua trục quay : Vật đứng yên.

II. Momen lực

- Mômen lực là đại lượng đặc trưng cho tác dụng quay của lực.
- Công thức : $M = F.d$

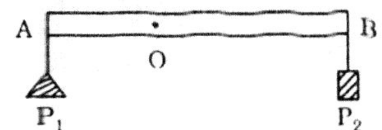
(N.m) (N).(m)

III. Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định

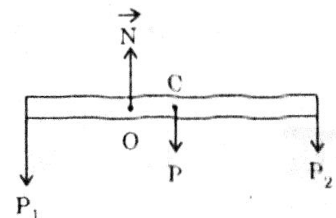
Một vật có trục quay cố định đứng cân bằng khi tổng các mômen lực làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng tổng các mômen lực làm vật quay theo chiều ngược lại.

THƯỚC CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH

224 Thước AB = 100cm, trọng lượng P = 10N có thể quay dễ dàng xung quanh một trục nằm ngang qua O với OA = 30cm. Đầu A treo vật nặng P_1 = 30N. Để thanh cân bằng ta cần treo tại đầu B một vật có trọng lượng P_2 bằng bao nhiêu ?



Giải



- Thước chịu tác dụng của lực :

  + Các trọng lực $\vec{P}, \vec{P_2}, \vec{P_3}$.

  + Phản lực $\vec{N}$ của trục O.

- Áp dụng quy tắc momen lực đối với trục quay O :

$$M_{\vec{P_1}} = M_{\vec{P}} + M_{\vec{P_2}}$$

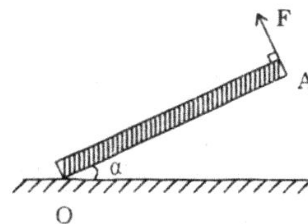
$$P_1.OA = P.OC + P_2.OB \quad \Rightarrow P_2 = \frac{P_1.OA - P.OC}{OB} = \frac{30.30 - 10.20}{70} = 10N$$

Chú ý : • Lực $\vec{N}$ qua O nên nó không có tác dụng quay.

• OA, OC, OB không cần thiết phải dùng đơn vị mét.

THANH VỪA CÓ CÂN BẰNG TỊNH TIẾN VỪA CÓ CÂN BẰNG QUAY

225 **Để giữ thanh nặng OA có thể nằm nghiêng với mặt sàn góc $\alpha = 30^o$, ta kéo đầu A bằng sợi dây theo phương vuông góc với thanh, còn đầu O được giữ bởi bản lề. Biết trọng lượng thanh là P = 400N.**

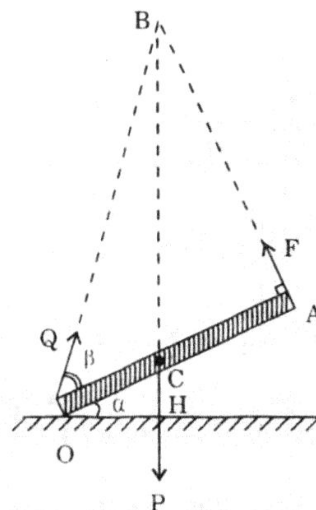


a) Dùng quy tắc mômen để tính độ lớn lực kéo F rồi suy ra độ lớn phản lực Q của bản lề lên thanh và góc β hợp bởi $\vec{Q}$ với thanh OA.

b) Xác định giá của phản lực $\vec{Q}$ và tìm lại giá trị góc β.

Giải

a) Độ lớn lực kéo F và phản lực Q :



- Các lực tác dụng vào thanh : $\vec{P}, \vec{F}, \vec{Q}$.
- Vì thanh cân bằng quay đối với trục quay O nên :

$$\vec{M}_F = \vec{M}_P$$

$$F \times OA = P \times OH$$

Với $OH = OC.\cos\alpha = \dfrac{OA}{2}.\cos\alpha$ nên :

$$F = \frac{P}{2}\cos\alpha = \frac{400}{2}.\frac{\sqrt{3}}{2} = 100\sqrt{3} \approx 173{,}2N$$

- Vì thanh không chuyển động tịnh tiến nên : $\vec{P} + \vec{Q} + \vec{F} = \vec{O}$

Chiếu xuống 2 trục Ox và Oy :

$$\begin{cases} -P\sin\alpha + Q\cos\beta = 0 \\ -P\cos\alpha + Q\sin\beta + F = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Q\cos\beta = P\sin\alpha & (1) \\ Q\sin\beta = P\cos\alpha - F & (2) \end{cases}$$

Bình phương 2 phương trình (1) và (2) rồi cộng lại :

$$Q^2(\cos^2\beta + \sin^2\beta) = (P\sin\alpha)^2 + (P\cos\alpha - F)^2$$

hay : $Q^2 = P^2 + F^2 - 2PF\cos\alpha$

$$= 400^2 + (100\sqrt{3})^2 - 2.400.100\sqrt{3}.\frac{\sqrt{3}}{2} = 7.10^4$$

$$Q \approx 265N$$

$$(1) \rightarrow \cos\beta = \frac{P\sin\alpha}{Q} = 0{,}7547 \Rightarrow \beta \approx 41^o.$$

b) Giá của phản lực $\vec{Q}$ và tìm lại β.

Vì thanh cân bằng nên 3 lực $\vec{P}, \vec{F}, \vec{Q}$ phải đồng phẳng và đồng quy tại 1 điểm. Gọi điểm đó là B.

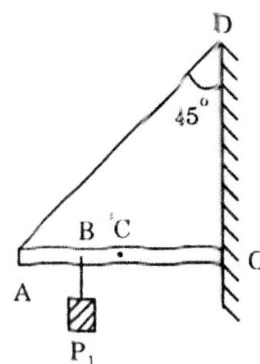
- $\Delta ACB \rightarrow \quad tg\widehat{ACB} = \dfrac{AB}{CA}$

- $\Delta AOB \rightarrow \quad tg\widehat{AOB} = \dfrac{AB}{OA}$

$$\frac{tg\widehat{AOB}}{tg\widehat{ACB}} = \frac{CA}{OA} = \frac{1}{2}$$

$$tg\widehat{AOB} = \frac{1}{2}tg\widehat{ACB} = \frac{1}{2}.tg60^o = 0,866 \quad \Rightarrow \quad \beta = \widehat{AOB} \approx 41^o.$$

DÂY TREO THANH CHỊU LỰC CĂNG CỰC ĐẠI

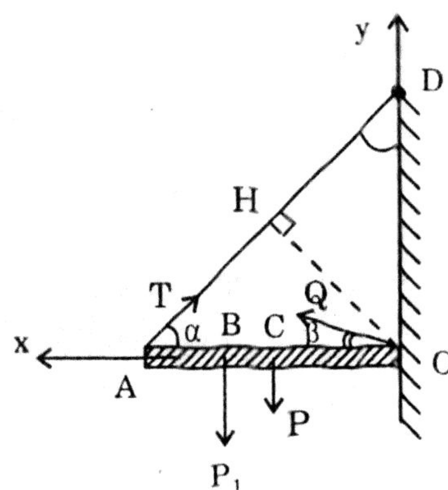


226 Thanh OA đồng chất và tiết diện đều dài l = 1m, trọng lực P = 5N, thanh có thể quay trong mặt phẳng thẳng đứng xung quanh bản lề O gắn vào tường. Để thanh nằm ngang, đầu A của thanh được giữ bởi dây DA hợp với tường góc 45°. Dây chỉ chịu được lực căng tối đa là T_{max} = 14,14N.

a) Hỏi ta có thể treo vật nặng P_1 = 10N tại một điểm B trên thanh xa bản lề O nhất là bao nhiêu cm?

b) Xác định giá và độ lớn của phản lực $\vec{Q}$ của thanh lên bản lề ứng với vị trí B vừa tìm.

Giải



a) Vị trí treo vật :

- Các lực tác dụng vào thanh : $\vec{P}, \vec{P_1}, \vec{T}, \vec{Q}$
- Đối với bản lề O : $M_{\vec{T}} = M_{\vec{P}} + M_{\vec{P_1}}$

$$T.OH = P.OC + P_1OB$$

$$T = \frac{P.OC + P_1.OB}{OH} \leq T_{max}$$

$$\Rightarrow \quad OB \leq \frac{T_{max}.OH - P.OC}{P_1}$$

$$OB \leq \frac{10\sqrt{2}.50\sqrt{2} - 5.50}{10} = 75cm \qquad \text{Vậy : } OB_{(max)} = 75cm.$$

b) Phản lực $\vec{Q}$:

Vì thanh cân bằng tịnh tiến nên : $\vec{P} + \vec{P_1} + \vec{T_{max}} + \vec{Q} = \vec{0}$.

Chiếu xuống OC : $-T_{max}\cos\alpha + Q\cos\beta = 0$

$\Rightarrow \quad Q\cos\beta = T_{max}.\cos\alpha = 10 \quad (1)$

Chiếu xuống Oy : $T_{max}.\sin\alpha + Q\sin\beta - P - P_1 = 0$

$\Rightarrow \quad Q\sin\beta = P + P_1 - T_{max}.\sin\alpha = 5 \quad (2)$

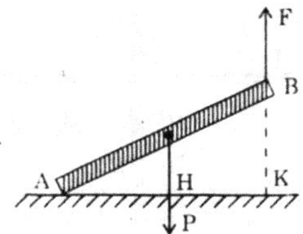
(1) và (2) cho : $Q^2 = 10^2 + 5^2 = 125 \quad \Rightarrow \quad Q \approx 11{,}2N$

(2) $\Rightarrow \quad \sin\beta = \dfrac{5}{11{,}2} \approx 0{,}4464 \quad \Rightarrow \quad \beta = 26^o30'$

Vậy giá của $\vec{Q}$ là đường qua O và hợp với thanh ngang góc $26^o30'$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

227 Để giữ thanh gỗ AB có khối lượng phân bố đều bằng lực $\vec{F}$ hướng lên như hình vẽ thì độ lớn lực $\vec{F}$ là bao nhiêu, biết trọng lượng thanh gỗ là P.



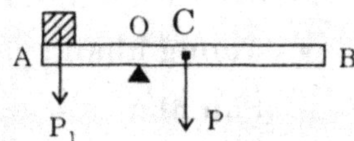
Hướng dẫn

$$F \times AK = P.AH \quad \Rightarrow \quad F = P/2.$$

228 Thanh AB dài 1,8m đồng chất và tiết diện đều có trọng lực P = 200N được đặt nằm ngang trên đòn kê ở O. Ngoài ra đầu A còn đặt thêm vật có trọng lực P_1 = 100N. Định vị trí điểm tựa O để thanh cân bằng và tính áp lực lên đòn kê.

Hướng dẫn

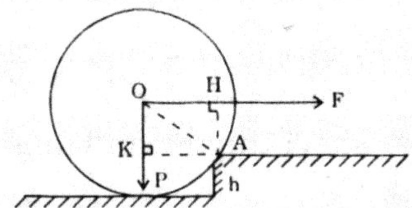
- $\begin{cases} \dfrac{OA}{OC} = \dfrac{P}{P_1} = 2 \\ OA + OC = 0{,}9M \end{cases} \quad \Rightarrow \quad OA = 0{,}6m$



- Áp lực lên đòn kê : $Q = P + P_1 = 300N$.

229 Để đẩy bánh xe có bán kính R, trọng lực P lên được bậc thang có độ cao h < R thì lực đẩy $\vec{F}$ có giá trị tối thiểu là bao nhiêu, biết lực $\vec{F}$ nằm ngang và đặt vào trục quay của bánh xe.

Hướng dẫn



Điều kiện : $M_{\vec{F}} \geq M_{\vec{P}}$ (đối với A)

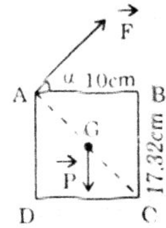
$$F \times AH \geq P.AK$$

$$F(R - h) \geq P.R.\cos\alpha.$$

$$F \geq P\frac{\sqrt{h(2R-h)}}{R-h} \qquad F_{min} = P\frac{\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}.$$

230 ABCD là tiết diện thẳng đi qua khối tâm của khối gỗ hình hộp chữ nhật có trọng lượng P = 100N với AB = 10cm, BC = 17,32cm.

Tính độ lớn của lực $\vec{F}$ để khối gỗ này có thể lật xung quanh cạnh qua C, biết lực $\vec{F}$ hợp với AB góc $\alpha = 30^o$.



Hướng dẫn

$$F.AC \geq P.\frac{CD}{2}$$

$$F \geq 25N \quad (\text{Chú ý : } \vec{F} \perp AC)$$

Loại 3 : ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG TỔNG QUÁT CỦA VẬT RẮN

- Tổng đại số các hình chiếu của các lực lên các trục tọa độ phải bằng không.
- Tổng đại số các mômen lực phải bằng không.

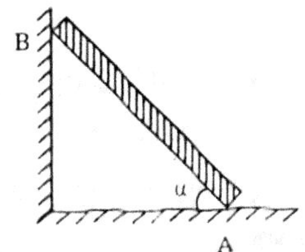
ĐỨNG YÊN CỦA THANH TỰA VÀO TƯỜNG

231 **Ta dựng một thanh dài có trọng lực P vào một bức tường thẳng đứng. Hệ số ma sát giữa sàn và thanh là μ_1, giữa tường và thanh là μ_2. Gọi α là góc hợp bởi thanh và sàn.**

a) α nhỏ nhất bằng bao nhiêu để thanh còn đứng yên ?

b) Xét các trường hợp đặc biệt :

- **Tường nhẵn : $\mu_2 = 0$**
- **Sàn nhà : $\mu_1 = 0$**
- **Cả tường và sàn đều nhẵn : $\mu_1 = \mu_2 = 0$.**



Giải

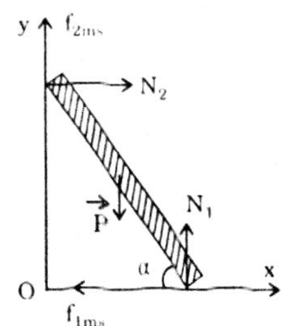
a) Tính α_{min} :

- Các lực tác dụng vào thanh :

$$\vec{P}, \vec{N_1}, \vec{N_2}, \vec{f_{1ms}}, \vec{f_{2ms}}$$

- Vì thanh cân bằng tịnh tiến nên :

$$\vec{P} + \vec{N_1} + \vec{N_2} + \vec{f_{1ms}} + \vec{f_{2ms}} = \vec{0}$$



Chiếu xuống 2 trục Ox và Oy : $\begin{cases} N_2 - t_{1ms} = 0 \\ -P + N_1 + f_{2ms} = 0 \end{cases}$

Với $\alpha = \alpha_{min}$ thì các lực ma sát nghỉ đạt giá trị cực đại : $f_{1ms} = \mu_1 N_1$; $f_{2ms} = \mu_2 N_2$, do đó :

$$\begin{cases} N_2 - \mu_1 N_1 = 0 \\ -P + N_1 + \mu_2 N_2 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \quad N_2 = \mu_1 N_1 = \mu_1 (P - \mu_2 N_2)$$

$$\Leftrightarrow \quad N_2 = \frac{\mu_1}{1 + \mu_1 \mu_2} P \qquad (1)$$

- Thanh đứng yên nên nó cân bằng quay với mọi điểm, ví dụ điểm A,

nên : $$M_{\vec{N_2}} + M_{\vec{f}_{2ms}} = M_{\vec{P}}$$

$$N_2 \, . \, l \, . \, \sin\alpha_{min} + \mu_2 N_2 l \cos\alpha_{min} = P . \frac{l}{2} . \cos\alpha_{min}$$

$$N_2 (\sin\alpha_{min} + \mu_2 \cos\alpha_{min}) = \frac{P}{2} \cos\alpha_{min}$$

$$\Leftrightarrow \quad N_2 = \frac{P}{2} \frac{\cos\alpha_{min}}{\sin\alpha_{min} + \mu_2 \cos\alpha_{min}} \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $$\frac{P}{2} \frac{\cos\alpha_{min}}{\sin\alpha_{min} + \mu_2 \cos\alpha_{min}} = \frac{\mu_1}{1 + \mu_1 \mu_2} P$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{\sin\alpha_{min} + \mu_2 \cos\alpha_{min}}{\cos\alpha_{min}} = \frac{1 + \mu_1 \mu_2}{2\mu_1}$$

$$\Leftrightarrow \quad \mathrm{tg}\alpha_{min} = \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{2\mu_1} \qquad (3)$$

b) Các trường hợp đặc biệt :

- Tường nhẵn ($\mu_2 = 0$) : (3)$\Rightarrow$ $\mathrm{tg}\alpha_{min} = \dfrac{1}{2\mu_1}$

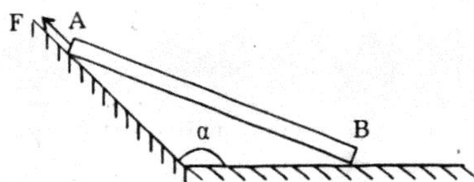
- Sàn nhẵn ($\mu_1 = 0$) hoặc tường và sàn nhẵn ($\mu_1 = \mu_2 = 0$)

$$(3) \Rightarrow \quad \mathrm{tg}\alpha_{min} = \infty$$

$$\alpha_{min} = \frac{\pi}{2} : \text{ thanh thẳng đứng.}$$

THANH TỰA TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG KHÔNG MA SÁT

232 **Một thanh đồng chất AB có trọng lực P; đầu B dựa vào mặt phẳng nằm ngang, đầu A dựa vào mặt phẳng nghiêng góc α (H. vẽ).**



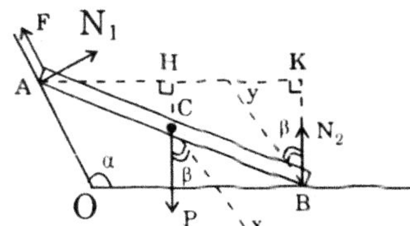
Đặt vào đầu A một lực F song song với mặt phẳng nghiêng.

Tính F để thanh cân bằng. Bỏ qua ma sát giữa các mặt phẳng và đầu thanh.

(Bài 50.5 – GK Vật lí 10 – ban A)

Giải

- Các lực tác dụng vào thanh : $\vec{P}, \vec{F}, \vec{N_1}, \vec{N_2}$
- Đối với A ta có : $M_{\vec{P}} = M_{\vec{N_2}}$



$$P \times AH = N_2 \times AK$$

$$N_2 = P.\frac{AH}{AK} = \frac{P}{2}$$

- Có : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{N_1} + \vec{N_2} = \vec{0}$

Chiếu xuống mặt phẳng nghiêng OA :

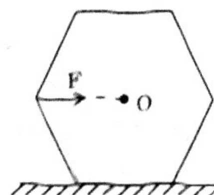
$$-P\cos\beta + F + N_2\cos\beta = 0 \qquad \text{với} \quad \beta = \alpha - \frac{\pi}{2}$$

$$-P\cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right) + F + \frac{P}{2}\cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad F = \frac{P}{2}\cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \quad F = \frac{P}{2}\sin\alpha .$$

VẬT TRƯỢT MÀ KHÔNG QUAY

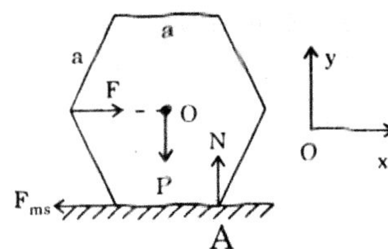
233 Đẩy một chiếc bút chì hình sáu cạnh dọc theo mặt phẳng nằm ngang (Hình vẽ). Với các giá trị nào của hệ số ma sát μ giữa bút chì và mặt phẳng thì bút chì sẽ trượt mà không quay.



(Đề thi học sinh giỏi Liên Xô (cũ))

Giải

- Các lực tác dụng vào vật : $\vec{F}, \vec{P}, \vec{N}, \vec{f_{ms}}$
- Vật không quay quanh A : $M_{\vec{F}} \le M_{\vec{P}}$



$$F.\frac{a\sqrt{3}}{2} \le P.\frac{a}{2}$$

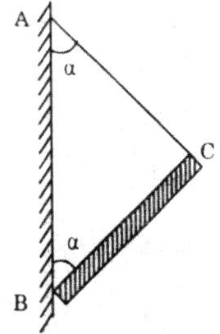
$$F \le \frac{P}{\sqrt{3}} \qquad (1)$$

- Vật trượt trên mặt ngang : $\vec{F} + \vec{f_{ms}} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow \quad \begin{cases} F - f_{ms} \geq 0 \\ -P + N = 0 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad F \geq f_{ms} = \mu P \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $\mu P \leq F \leq \dfrac{P}{\sqrt{3}} \quad \Rightarrow \quad \mu \leq \dfrac{1}{\sqrt{3}}$.

TÍNH HỆ SỐ MA SÁT μ GIỮA THANH VÀ TƯỜNG ĐỂ THANH KHÔNG TRƯỢT



234 **Thanh nặng BC có 1 đầu tựa vào tường nhám, còn đầu kia được giữ bằng dây không dãn AC có cùng chiều dài với thanh (AC = BC). Thanh hợp với tường góc α.**

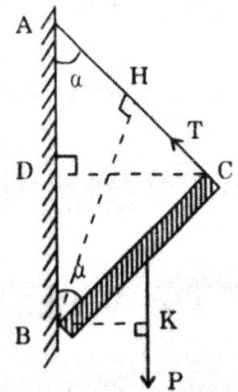
a) Tính hệ số ma sát μ giữa tường và thanh để thanh đứng yên.

b) Biết $\mu < 1$. Tính giá trị góc α.

Giải

a) Tính hệ số ma sát μ : Đặt AC = BC = l, ta tính được :

$$\begin{cases} AB = 2AD = 2l\cos\alpha \\ BH = AB\sin\alpha = 2l\cos\alpha.\sin\alpha \\ BK = \dfrac{l}{2}\sin\alpha \end{cases}$$



- Các lực tác dụng vào thanh : $\vec{P}$, $\vec{f}_{ms}$, $\vec{N}$, $\vec{T}$
- Vì thanh không quay nên đối với B :

$$M_{\vec{T}} = M_{\vec{P}}$$

$$T.BH = P.BK$$

$$T.2l\cos\alpha\,.\,\sin\alpha = P.\frac{l}{2}.\sin\alpha \quad \Rightarrow \quad T = \frac{P}{4\cos\alpha} \qquad (1)$$

- Vì thanh không chuyển động nên :

$$\vec{P} + \vec{f}_{ms} + \vec{N} + \vec{T} = \vec{0} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} N - T\sin\alpha = 0 & (2) \\ -P + f_{ms} + T\cos\alpha = 0 & (3) \end{cases}$$

(1) và (2) $\Rightarrow \quad N = T\sin\alpha = \dfrac{P}{4}\text{tg}\alpha$

(1) và (3) $\Rightarrow \quad f_{ms} = P - T\cos\alpha = P - \dfrac{P}{4} = \dfrac{3P}{4}$

mà : $\quad f_{ms} \leq \mu N \quad \Rightarrow \quad \mu \geq \dfrac{f_{ms}}{N} = \dfrac{\frac{3P}{4}}{\frac{P}{4}\text{tg}\alpha} \geq \dfrac{3}{\text{tg}\alpha}$

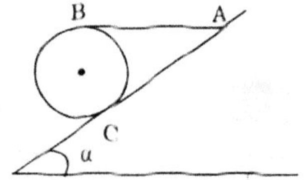
b) Giá trị góc α :

Với μ < 1, vậy : $1 > \dfrac{3}{tg\alpha} \Rightarrow tg\alpha > 3 \Rightarrow \alpha > 72^o$.

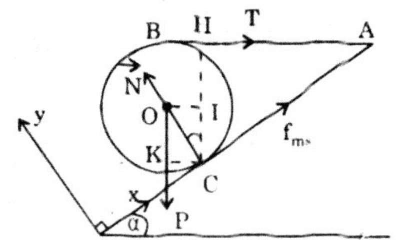
QUẢ CẦU ĐỨNG YÊN TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

235 **Một quả cầu có trọng lực P được giữ nằm yên trên mp nghiêng góc α so với phương ngang nhờ dây AB nằm ngang (Hình vẽ).**

Tính sức căng T và hệ số ma sát μ giữa quả cầu và mặt phẳng nghiêng.



Giải



- Các lực tác dụng vào quả cầu : $\vec{P}, \vec{T}, \vec{f}_{ms}, \vec{N}$
- Vật không quay xung quanh C nên :

$$M_{\vec{T}} = M_{\vec{P}}$$

$$T.CH = P.CK$$

Với $\begin{cases} CH = CI + IH = R\cos\alpha + R = R(1+\cos\alpha) \\ CK = R\sin\alpha \end{cases}$

nên : $T.R(1+\cos\alpha) = P.R\sin\alpha \Rightarrow T = P.\dfrac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}$ (1)

- Vật không chuyển động tịnh tiến nên : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = \vec{0}$

Chiếu xuống Ox và Oy : $\begin{cases} -P\sin\alpha + T\cos\alpha + f_{ms} = 0 & (2) \\ -P\cos\alpha - T\sin\alpha + N = 0 & (3) \end{cases}$

(1) và (2) ⇒ $f_{ms} = P\sin\alpha - T\cos\alpha = P\sin\alpha - P\dfrac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}.\cos\alpha = P.\dfrac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}$

(1) và (3) ⇒ $N = P\cos\alpha + T\sin\alpha = P\cos\alpha + P\dfrac{\sin^2\alpha}{1+\cos\alpha} = P$

Với $\vec{f}_{ms}$ là lực ma sát nghỉ nên : $f_{ms} \le \mu N \Rightarrow \mu \ge \dfrac{f_{ms}}{N} = \dfrac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

236 Một thang nhẹ dài l = 5m tựa vào tường nhẵn và nghiêng với sàn góc α = 60° (Hình vẽ). Hệ số ma sát giữa thang và sàn là μ. Hỏi người ta có thể leo lên đến độ cao tối đa bao nhiêu mà thang vẫn đứng yên trong 2 trường hợp :

a) μ = 0,5 b) μ = 0,7.

Hướng dẫn

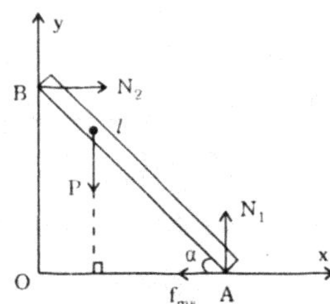
- Vật không quay : $M_{\vec{P}} = M_{\vec{N_2}}$ (đối với A)

$$P.\frac{h}{tg\alpha} = N_2.l\sin\alpha \quad \Rightarrow \quad N_2 = \frac{Ph}{l.tg\alpha.\sin\alpha} \qquad (1)$$

- Vật không chuyển động tịnh tiến : $\begin{cases} N_2 - f_{ms} = 0 & (2) \\ N_1 - P = 0 & (3) \end{cases}$

(1) và (2) $\Rightarrow$ $f_{ms} = N_2 = \dfrac{Ph}{l.tg\alpha.\sin\alpha}$

(3) $\Rightarrow$ $N_1 = P$



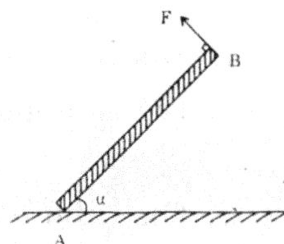
- $f_{ms} = \mu N_1$

$$\frac{Ph}{l.tg\alpha.\sin\alpha} = \mu P \quad \Rightarrow \quad h = \mu tg\alpha\ .\ l\sin\alpha.$$

a) $h = 3{,}75m$

b) $h = 5{,}25m > OB = l\sin\alpha = 4{,}33m.$ Vậy : hmax = 4,33m.

237 Thanh nặng AB đặt nghiêng với sàn góc $\alpha = 60^o$ tại A, còn đầu B được giữ bởi sợi dây không giãn vuông góc với AB (H vẽ). Để thanh đứng yên thì hệ số ma sát μ giữa thanh và sàn là bao nhiêu ?



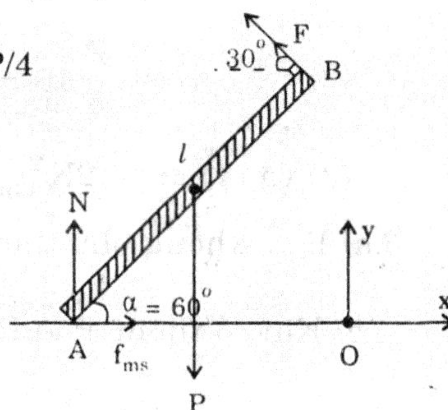
Hướng dẫn

- Đối với A : $M_{\vec{T}} = M_{\vec{P}}$

$$T.l = P.\frac{l}{2}.\cos60^o \quad \Rightarrow \quad T = P/4$$

- $\vec{T} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = \vec{0}$

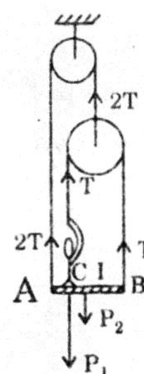
$$\Rightarrow \begin{cases} -T\cos30^o + f_{ms} = 0 & \Rightarrow \quad f_{ms} = \dfrac{P\sqrt{3}}{8} \\ T\sin30^o + N - P = 0 & \Rightarrow \quad N = \dfrac{7P}{8} \end{cases}$$



- $f_{ms} \le \mu N \quad \Rightarrow \quad \mu \ge \dfrac{\sqrt{3}}{7}.$

238 Một người có trọng lực $P_1 = 600N$ đứng trên ghế treo tại C và kéo dây treo ghế như hình vẽ. Trọng lực ghế là $P_2 = 200N$ và AB = 2m. Tính lực kéo và AC để AB nằm ngang.

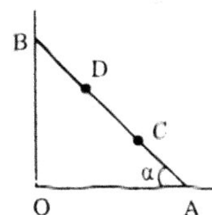
Bỏ qua khối lượng ròng rọc và dây nối không co dãn.



Hướng dẫn

- $4T = P_1 + P_2 \Rightarrow T = 200N$
- $2T.AC + P_2.CI = T.BC \Rightarrow AC = 0{,}5m.$

239 Một chiếc thang có chiều dài AB = l và đầu A tựa vào sàn nhà nằm ngang, đầu B tựa vào tường thẳng đứng. Khối tâm C của thang ở cách đầu A $l/3$. Thang hợp với sàn nhà góc α.



1. Chứng minh rằng thang không thể đứng cân bằng nếu không có ma sát.

2. Gọi K là hệ số ma sát ở sàn và tường. Cho biết $\alpha = 60^o$. Tính giá trị nhỏ nhất K_{min} của K để thang đứng cân bằng.

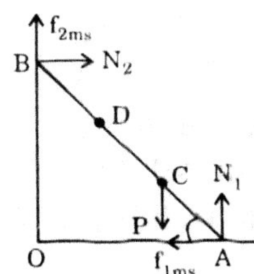
3. $K = K_{min}$. Thang có trượt không nếu :

a) Một người có trọng lượng bằng trọng lượng của thang đứng ở điểm C.

b) Người ấy đứng ở điểm D cách đầu A $2l/3$.

(Đề thi HS giỏi Quốc gia – 1987)

Hướng dẫn



1. Nếu không có lực ma sát thì 3 lực $\vec{P}$, $\vec{N_1}$, $\vec{N_2}$ không đồng quy nên thanh không thể đứng cân bằng.

2. Giải như bài 22 với $K_1 = K_2 = K_{min}$ ta được :

$$(1) \Rightarrow \quad N_2 = \frac{K_{min}}{1 + K_{min}^2} P \qquad (3)$$

$$(2) \Rightarrow \quad N_2 = \frac{P}{3}\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha + K_{min}.\cos\alpha} = \frac{P}{3}\frac{1}{tg\alpha + K_{min}} \qquad (4)$$

$$(3) \text{ và } (4) \Rightarrow \quad 2K_{min}^2 + 3K_{min}\sqrt{3} - 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad K_{min} = 0{,}18$$

3.a) K_{min} không phụ thuộc vào P nên thang vẫn không trượt khi đứng ở C.

b) Khi có thêm $\vec{P}$ ở D thì : $\begin{cases} N_2 - K'_{min}N_1 = 0 \\ -2p + N_1 + K_{min}N_2 = 0 \end{cases}$

(K' là hệ số ma sát mới để làm thang đứng yên).

$$N_2 = \frac{2K'_{min}}{1 + K'^2_{min}} P \qquad (5)$$

$$\text{và} \quad M_{\vec{N_2}} + M_{\vec{f_{2ms}}} = M_{\vec{P}_{(\angle|X)}} + M_{\vec{P}_{(\angle|\Delta)}}$$

$$N_2 l\sin\alpha + K'_{min}N_2 l\cos\alpha = P\frac{l}{3}\cos\alpha + P\frac{2l}{3}\cos\alpha$$

$$\Rightarrow \quad N_2 = P.\frac{1}{tg\alpha + K'_{min}} \qquad (6)$$

$$(5) \text{ và } (6) \Rightarrow \quad K'^2_{min} + 2K'_{min}\sqrt{3} - 1 = 0$$

$$K'_{min} = 0,27 > K_{min} : \text{thang trượt.}$$

Loại 4 :

CÁC DẠNG CÂN BẰNG – MỨC VỮNG VÀNG CỦA CÂN BẰNG

I. Các dạng cân bằng

a) CÂN BẰNG BỀN : Trọng tâm ở vị trí thấp nhất.

b) CÂN BẰNG KHÔNG BỀN : Trọng tâm ở vị trí cao nhất.

c) CÂN BẰNG PHIẾM ĐỊNH : Trọng tâm của vật có vị trí ngang bằng so với vị trí lân cận.

II. Cân bằng một vật có mặt chân đế

a) Điều kiện cân bằng : Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là giá của trọng lực phải đi qua mặt chân đế.

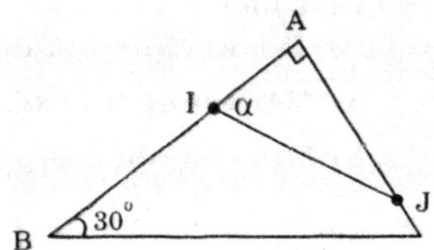
b) Mức vững vàng của trạng thái cân bằng :

Cân bằng của một vật càng vững vàng khi :

- Trọng tâm càng thấp.
- Diện tích mặt chân đế càng lớn.

CÂN BẰNG BỀN HAY KHÔNG BỀN

240 Một khung kim loại ABC với $\hat{A} = 90^o$, $\hat{B} = 30^o$, BC nằm ngang, khung nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Có hai viên bi giống hệt nhau trượt dễ dàng trên 2 thanh AB và AC. Hai viên bi này nối với nhau bằng thanh nhẹ IJ. Khi thanh cân bằng thì $\widehat{AIJ} = \alpha$.



a) Tính α **b) Cân bằng trên là bền hay không bền ?**

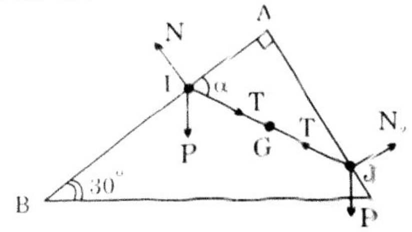
Giải

a) Tính α :

- Các lực tác dụng vào viên bi ở I : $\vec{P}$, $\vec{N_1}$, $\vec{T_1}$ (độ lớn là T)

Hình chiếu trên AB : $T\cos\alpha = P\cos60^o = \frac{P}{2}$ (1)

- Các lực tác dụng vào bi ở J : $\vec{P}$, $\vec{N_2}$, $\vec{T_2}$ (độ lớn là T)



Hình chiếu trên AC :

$$T\sin\alpha = P\cos 30^0 = \frac{\sqrt{3}}{2}P \qquad (2)$$

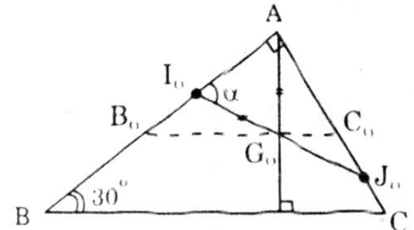
$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \quad tg\alpha = \sqrt{3} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 60^0 \qquad (3)$$

b) Cân bằng trên là bền hay không bền ?

Khi thanh IJ di chuyển thì trọng tâm G của thanh chuyển động trên cung tròn tâm A bán kính $AG = \frac{IJ}{2} = const$

Gọi G_0 là vị trí thấp nhất của G thì G_0 chính là tiếp điểm của cung tròn trên với tiếp tuyến

B_0C_0 // BC.



Lúc đó $AG_0 \perp BC$

Hình vẽ $\Rightarrow \widehat{I_0AG_0} = 60^0$

mà ΔAG_0I_0 cân tại G_0 nên $\widehat{AI_0G_0} = 60^0$ (4)

(3) và (4) cho $G \equiv G_0$

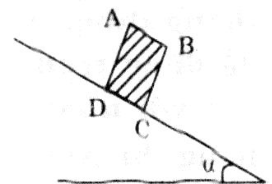
Vậy trọng tâm G của thanh là vị trí thấp nhất nên thanh có cân bằng bền.

CÂN BẰNG CỦA VẬT TỰA TRÊN MẶT CHÂN ĐẾ

241 Một khối hộp có các cạnh a = b = 20cm, c = 30cm đặt trên mặt phẳng nghiêng góc α so với mặt nằm ngang (H vẽ). Hệ số ma sát trượt giữa khối và mặt phẳng nghiêng là μ = 0,7. Nghiêng dần mặt phẳng nghiêng để tăng góc α. Hỏi khối hộp sẽ đổ hay trượt trước trong hai trường hợp sau :

a) Mặt vuông tiếp xúc với mặt phẳng nghiêng.

b) Mặt chữ nhật tiếp xúc với mặt phẳng nghiêng.

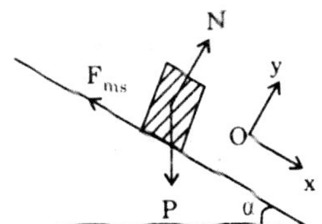


Giải

- Các lực tác dụng vào vật khi đứng yên : $\vec{P}$, $\vec{N}$, $\vec{f}_{ms\,nghi}$

- Có : $\vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms\,nghi} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} P\sin\alpha - f_{ms} = 0 \Rightarrow f_{ms\,nghi} = P\sin\alpha \\ -P\cos\alpha + N = 0 \Rightarrow \quad N = P\cos\alpha \end{cases}$

Với $f_{ms\,nghi} \le \mu N \quad \Rightarrow \quad \mu \ge \frac{f_{ms\,nghi}}{N} = tg\alpha$



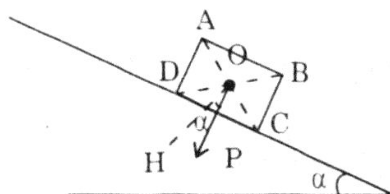
Vật bắt đầu trượt khi : $tg\alpha_1 = \mu = 0,7$ (1)

a) Mặt vuông tiếp xúc với mặt phẳng nghiêng :

Vật không đổ khi giá của trọng lực $\vec{P}$ qua mặt chân đế.

Hình vẽ ⇒ α ≤ HOC

$$tg\alpha \le tgHOC = \frac{HC}{OH} = \frac{\frac{a}{2}}{\frac{c}{2}} = \frac{2}{3}$$



Vật bắt đầu đổ khi : $tg\alpha_2 = \frac{2}{3} \approx 0,67$ (2)

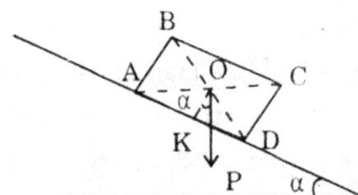
(1) và (2) cho : $\alpha_2 < \alpha_1$

Vậy : Vật sẽ đổ trước khi trượt.

b) Mặt chữ nhật tiếp xúc với mặt phẳng nghiêng :

Vật không đổ khi : α ≤ KOD

$$tg\alpha \le tgKOD = \frac{\frac{b}{2}}{\frac{c}{2}} = 1,5$$



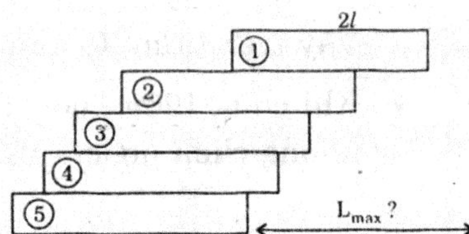
Vật bắt đầu đổ khi : $tg\alpha_3 = 1,5$ (3)

(1) và (3) cho : $\alpha_3 > \alpha_1$

Vậy : vật sẽ trượt trước khi đổ.

XẾP CÁC THANH GIỐNG NHAU CHỒNG LÊN NHAU

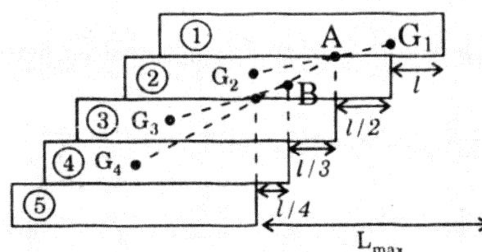
242 **Có 5 thanh giống hệt, mỗi thanh có chiều dài 2*l* và chồng lên nhau (H vẽ). Mép bên phải của thanh thứ (1) và thứ (5) cách nhau xa nhất bao nhiêu (L_{max}) để thanh không đổ ?**



Biết trọng tâm mỗi thanh đặt tại tâm đối xứng hình học của mỗi thanh

Giải

Ta xét các thanh đang có đầu bên phải nhô ra xa nhất.



- Thanh (1) không đổ khi trọng tâm G_1 nằm trên đường thẳng qua mép phải của thanh (2), lúc đó 2 mép (1) và (2) cách nhau *l*.

- Thanh (1) và (2) có trọng tâm chung là A. Để 2 thanh này không đổ khỏi thanh (3) thì A nằm trên đường thẳng đứng qua mép 3 tức mép thanh (2) nhô ra $l/2$.
- Thanh (1), (2), (3) có trọng tâm là B được xác định bởi quy tắc hợp lực song song.

$$\frac{BA}{BG_3} = \frac{P}{2P} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad BA = \frac{1}{3}AG_3$$

Vậy mép thanh (3) nhô ra $l/3$.

- Tương tự mép thanh (4) nhô ra $l/4$

Vậy : $$L_{max} = l + \frac{l}{2} + \frac{l}{3} + \frac{l}{4} = \frac{25}{12}\, l.$$

MỨC VỮNG VÀNG CỦA CÂN BẰNG

243 Một li không, thành li thẳng đứng chia độ có khối lượng 180g và trọng tâm ở vạch số 8 (kể từ dưới đáy). Đổ vào li 120g nước thì mực nước tới vạch số 6. Hỏi trọng tâm của li chứa nước ở vạch số mấy và so sánh sự bền vững của li khi có và không có nước.

Giải

- Trọng tâm G của li khi chứa nước được xác định :

$$\frac{GG_1}{GG_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{120}{180} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{GG_1}{GG_1 + GG_2} = \frac{2}{2+3} = \frac{2}{5} \quad \text{hay} \quad \frac{GG_1}{5} = \frac{2}{5}$$

$$\Rightarrow \quad GG_1 = 2 \text{ (độ chia)}$$

Vậy trọng tâm G nằm tại mặt nước (tức vạch số 6).

- Khi chứa 120g nước, trọng tâm của li thấp hơn nên li bền vững hơn khi không chứa nước.

Chương IV

CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN TRONG CƠ HỌC

§13. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

I. Hệ kín (hay hệ cô lập)

Hệ kín là hệ :

- Không có các ngoại lực tác dụng lên hệ.
- Hoặc các ngoại lực khử lẫn nhau.
- Va chạm và nổ có nội lực rất lớn so với ngoại lực nên có thể coi gần đúng là hệ kín trong thời gian xảy ra hiện tượng.

II. Động lượng của hệ kín

- Động lượng của một vật : $\vec{P} = m.\vec{V}$
- Động lượng của một hệ : $\sum \vec{P} = \sum m_i . \vec{V_i}$

III. Định luật bảo toàn động lượng

$$m_1 \vec{V_1} + m_2 \vec{V_2} = m_1 \vec{V_1'} + m_2 \vec{V_2'}$$

* *Chú ý :* Nếu ngoại lực khác không nhưng hình chiếu của chúng trên phương x triệt tiêu thì động lượng bảo toàn trên phương x.

IV. Dạng khác của định luật II Newton

$$\vec{F} . \Delta t = \Delta\vec{P}$$

V. Ứng dụng của định luật bảo toàn động năng

- Súng giật khi bắn.
- Chuyển động bằng phản lực.

VA CHẠM CỦA 2 VIÊN BI

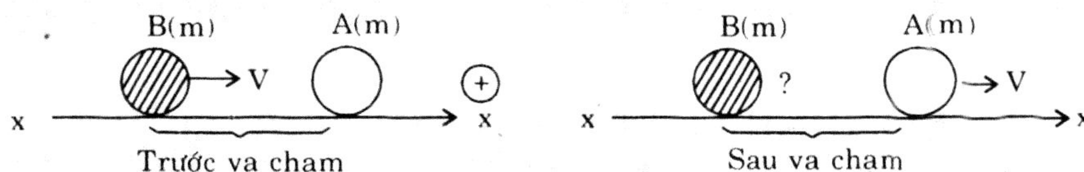
244 **Trên một mặt bàn nằm ngang rất nhẵn có viên bi A khối lượng m đang đứng yên :**

a) Ta dùng viên bi B cũng có khối lượng m bắn vào bi A với vận tốc V, sau va chạm bi A chuyển động cùng hướng với bi B trước va chạm và cũng có độ lớn vận tốc là V. Tìm vận tốc bi B sau va chạm.

b) Lấy bi C có khối lượng m' bắn vào bi A (đứng yên) với vận tốc V, sau va chạm cả hai viên bi chuyển động ngược hướng và cùng độ lớn vận tốc là V. So sánh m và m'.

Giải

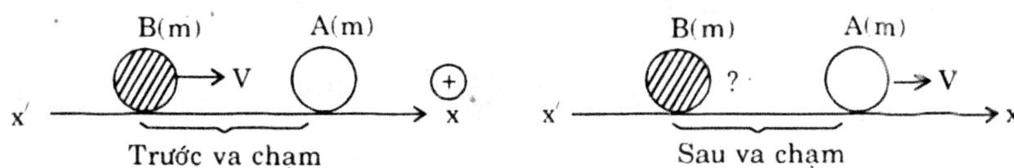
a) Vận tốc bi B sau va chạm :



- 2 viên bi là hệ kín.
- Định luật bảo toàn động lượng : $m_B.\vec{V}_B = m_A\vec{V'}_A + m_B.\vec{V'}_B$
- Chiếu xuống trục x'x : $m.V = mV + m V'_{Bx}$

$\Rightarrow \quad V'_{Bx} = 0$: bi B đứng yên sau va chạm.

b) So sánh m và m' :

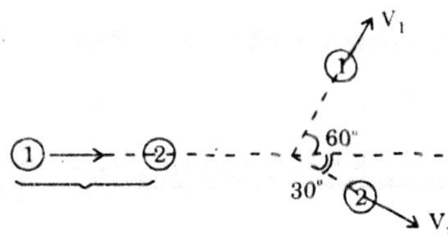


- 2 bi là hệ kín.
- $m'\vec{V}_C = m'\vec{V'}_C + m\vec{V}_A$
- Chiếu xuống trục x'x : $m'V = -m'V + mV$

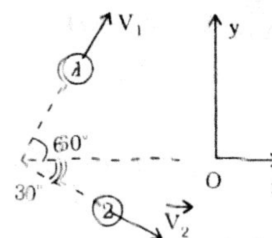
$$2m'V = mV \Rightarrow m' = \frac{m}{2}.$$

HAI VIÊN BI CHUYỂN ĐỘNG KHÁC HƯỚNG

245 Trên mặt bàn nhẵn và nằm ngang ta bắn viên bi (1) với vận tốc V = 20m/s đến va chạm không xuyên tâm vào bi (2) đang đứng yên. Sau va chạm bi (1) và (2) lần lượt có phương chuyển động hợp với phương chuyển động trước của bi (1) góc $\alpha_1 = 60^o$ và $\alpha_2 = 30^o$ (Hình vẽ). Tính vận tốc V_1 và V_2 của 2 bi sau va chạm, biết 2 bi cùng khối lượng.



Giải



- 2 bi là hệ kín.
- Định luật bảo toàn động lượng :

$$m\vec{V} = m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2 \quad \Rightarrow \quad \vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$$

- Chiếu xuống 2 trục :

$$\begin{cases} V_x = V_{1x} + V_{2x} \\ V_y = V_{1y} - V_{2y} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 20 = V_1\cos 60^o + V_2\cos 30^o \\ 0 = V_1\sin 60^o - V_2\sin 30^o \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 20 = \dfrac{V_1}{2} + \dfrac{\sqrt{3}}{2}V_2 \\ 0 = \dfrac{\sqrt{3}}{2}V_1 - \dfrac{V_2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} V_1 = 10\text{m/s} \\ V_2 = 17,32\text{m/s} \end{cases}$$

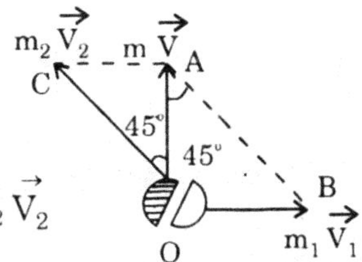
ĐẠN NỔ

246 **Một viên đạn khối lượng m = 2kg đang bay thẳng đứng lên cao thì nổ thành hai mảnh : mảnh nhỏ có khối lượng m_1 = 0,5kg bay ngang với vận tốc V_1 = 400m/s, còn mảnh lớn bay lên cao và hợp với đường thẳng đứng góc α = 45°.**

a) Tính vận tốc viên đạn trước khi nổ và vận tốc mảnh lớn.

b) Nếu giả sử viên đạn không nổ thì nó sẽ lên cao thêm bao nhiêu mét nữa mới dừng lại (và rớt xuống). Bỏ qua sức cản không khí.

Giải



a) Tính V và V_2 :

- Lúc nổ, đạn coi gần đúng là hệ kín.
- Định luật bảo toàn động lượng : $m\vec{V} = m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2}$
- Hình vẽ cho :

ΔOAB vuông cân nên : OA = OB

$$mV = m_1V_1 \quad \Rightarrow \quad V = \frac{m_1}{m}V_1 = \frac{0,5}{2}.400 = 100\text{m/s}$$

và ΔOAC vuông cân nên : $OC = OA\sqrt{2}$

$$m_2V_2 = mV\sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{m}{m_2}V.\sqrt{2} = \frac{2}{1,5}.100\sqrt{2} \approx 188,5\text{m/s}$$

b) Độ cao viên đạn lên cao thêm nếu không nổ :

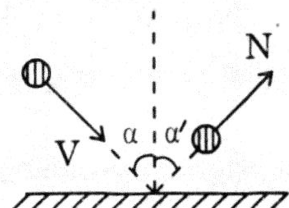
Chuyển động ném đứng : $0 - V^2 = -2gh_{max}$

$$\Rightarrow \quad h_{max} = \frac{V^2}{2g} = \frac{100^2}{2 \times 10} = 500\text{m}.$$

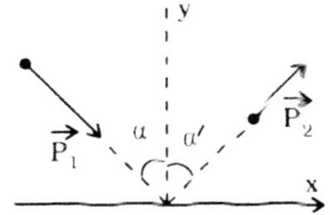
DẠNG KHÁC CỦA ĐỊNH LUẬT II NEWTON

247 **Một quả bóng có khối lượng m = 200g bay từ trên cao xuống với vận tốc V = 10m/s chạm vào sàn nằm ngang. Biết góc tới (là góc hợp bởi phương của vận tốc và đường thẳng đứng vuông góc với sàn) α = 60°, sau đó quả bóng chuyển động ngược trở lại dưới góc phản xạ α' = 60° cùng vận tốc V (Hình vẽ).**

Tính lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng, biết thời gian va chạm là Δt = 0,1s.



Giải



- Độ biến thiên động lượng của bóng :

$$\Delta\vec{P} = \vec{P_2} - \vec{P_1} \quad \text{với } P_2 = P_1 = mV$$

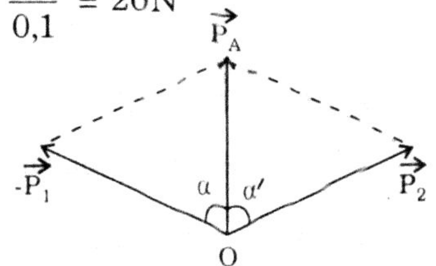
- Chiếu xuống Ox và Oy ta được :

$$\begin{cases} \Delta P_x = P_{2x} - P_{1x} = P_2 \sin 60^\circ - P_1 \sin 60^\circ = 0 \\ \Delta P_y = P_{2y} - P_{1y} = P_2 \cos 60^\circ - (-P_1 \cos 60^\circ) = 2mV \cos 60^\circ = mV \end{cases}$$

- $\Delta P = \sqrt{(\Delta P_x)^2 + (\Delta P_y)^2} = mV = 2\ (kg.m.S^{-1})$

- Dạng khác của định luật II Newton :

$$\Delta\vec{P} = \vec{F_{tb}}.\Delta t \text{ hay } \Delta P = F_{tb}.\Delta t \Rightarrow F_{tb} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{2}{0,1} = 20N$$



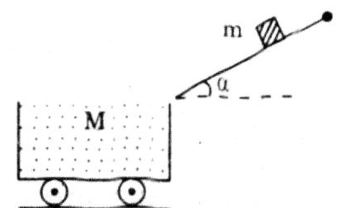
* *Chú ý :* Cũng có thể tính Δt bằng cách dùng phép cộng vectơ : $\Delta\vec{P} = \vec{P_2} + (-\vec{P_1})$

Do ΔOAB đều nên $\Delta P = P_2 = mV$.

ĐỘNG LƯỢNG CỦA HỆ BẢO TOÀN TRÊN PHƯƠNG NGANG

248 **Một vật nặng khối lượng m trượt từ đỉnh mặt phẳng nghiêng chiều dài l = 6m, hợp với phương nằm ngang góc $\alpha = 30^\circ$. Sau khi rời khỏi mặt phẳng nghiêng thì vật rơi vào một xe goòng nằm yên trên đường ray. Khối lượng xe goòng là M = 5.m (Hình vẽ).**

Hỏi vận tốc xe sau khi vật rơi vào xe. Bỏ qua ma sát nếu có và lấy g = 10m/s².



Giải

- Chọn hệ kín : Xe goòng + vật.
- Ngoại lực tác dụng : $\vec{P}$ và $\vec{N}$
- Hình chiếu của chúng trên phương ngang bằng 0 nên động lượng của hệ được bảo toàn theo phương này.

$$mV_{xm} = (m + M)V_x \Rightarrow mV\cos\alpha = (m + 5m)V_x$$

$$\Rightarrow V_x = \frac{1}{6}V.\cos\alpha$$

- Tính V : V là vận tốc vật cuối dốc nên :

$$V = \sqrt{2a.l} = \sqrt{2gl\sin\alpha}$$

Vậy : $V_x = \frac{1}{6}.\sqrt{2gl\sin\alpha}\ .\ \cos\alpha = \frac{1}{6}\sqrt{2.10.6.\frac{1}{2}}.\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1,12\ (m/s).$

THUYỀN CHUYỂN ĐỘNG NGƯỢC CHIỀU VỚI NGƯỜI ĐI

249 **Một chiếc thuyền dài l = 4m có khối lượng M = 180kg và một người khối lượng m = 60kg trên thuyền. Ban đầu thuyền và người đều đứng yên trên nước yên lặng. Người đi với vận tốc đều từ đầu này đến đầu kia của thuyền. Bỏ qua sức cản của không khí. Hỏi :**

a) Chiều dịch chuyển của thuyền.

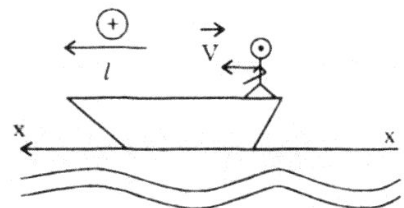
b) Độ dịch chuyển của thuyền.

Giải

a) Chiều dịch chuyển của thuyền :

- Xét hệ : Thuyền + Người
- $\vec{V}_1$ là vận tốc của người, $\vec{V}$ là vận tốc của thuyền thì :

$$m\vec{V}_1 + M\vec{V} = \vec{0} \Rightarrow \vec{V} = -\frac{m}{M}\vec{V}_1$$



- Với : $\vec{v}$ là vận tốc của người đối với thuyền

  $\vec{V}$ là vận tốc của thuyền đối với bờ sông.

thì : $\vec{V}_1 = \vec{v} + \vec{V}$ nên $\vec{V} = -\frac{m}{M}(\vec{v} + \vec{V})$

hay $V_x = -\frac{m}{M}(v + V_x) \Rightarrow V_x = -\frac{m}{m+M}v < 0$: thuyền dịch chuyển theo chiều ngược với chiều đi của người.

b) Độ dịch chuyển của thuyền :

Có $V = \frac{m}{m+M}v$ với $V = \frac{L}{t}$; $v = \frac{l}{t}$

nên $\frac{L}{t} = \frac{m}{m+M}.\frac{l}{t} \Rightarrow L = \frac{m}{m+M}.l = 1\text{m}$.

NGƯỜI NHẢY LÊN BÈ ĐANG TRÔI

250 **Một cái bè ABCD có khối lượng m_1 đang trôi đều với vận tốc V_1 dọc theo bờ sông. Một người có khối lượng m_2 nhảy lên bè với vận tốc V_2. Xác định vận tốc của bè sau khi người nhảy vào trong các trường hợp :**

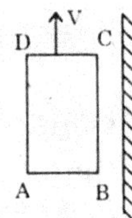
a) Nhảy cùng hướng với chuyển động của bè.

b) Nhảy ngược hướng với chuyển động của bè.

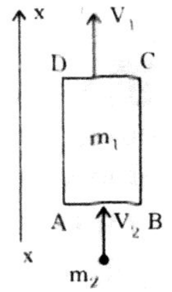
c) Nhảy vuông góc với bờ sông.

d) Nhảy song song với mép AB của bè đang trôi.

Bỏ qua sức cản của nước.



Giải



a) Nhảy cùng hướng với chuyển động của bè :

- Xét hệ : bè + người
- Vì ngoại lực theo phương ngang triệt tiêu nên ta áp dụng định luật bảo toàn động lượng theo phương ngang :

$$\vec{P_1} + \vec{P_2} = \vec{P} \quad \Rightarrow \quad m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} = (m_1 + m_2)\vec{V}$$

$$\Rightarrow \quad m_1V_{1x} + m_2V_{2x} = (m_1 + m_2)V_x \quad \Rightarrow \quad m_1V_1 + m_2V_2 = (m_1 + m_2)V_x$$

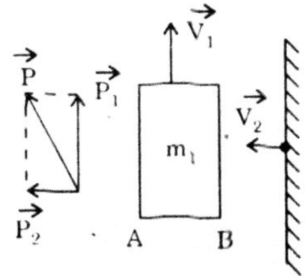
$$\Rightarrow \quad V_x = \frac{m_1V_1 + m_2V_2}{m_1 + m_2} > 0 \quad \text{nên} \quad V = \frac{m_1V_1 + m_2V_2}{m_1 + m_2}.$$

b) Nhảy ngược hướng với chuyển động của bè :

$$(1) \Rightarrow \quad m_1V_1 - m_2V_2 = (m_1 + m_2)V_x$$

$$V_x = \frac{m_1V_1 - m_2V_2}{m_1 + m_2} \quad \text{hay} \quad V = \frac{|m_1V_1 - m_2V_2|}{m_1 + m_2}.$$

c) Nhảy vuông góc với bờ sông :



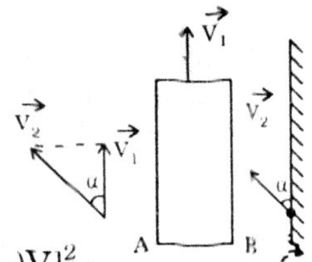
- Vì $\vec{V_1} \perp \vec{V_2} \Rightarrow \vec{P_1} \perp \vec{P_2}$
- Hình vẽ cho : $P_1^2 + P_2^2 = P^2$

$$\Rightarrow \quad (m_1V_1)^2 + (m_2V_2)^2 = [(m_1 + m_2)V]^2$$

$$\Rightarrow \quad V = \frac{\sqrt{(m_1V_1)^2 + (m_2V_2)^2}}{m_1 + m_2}.$$

d) Nhảy song song với mép AB của bè đang trôi :

- Giả thiết này có nghĩa $\vec{V_2}$ hợp với $\vec{V_1}$ góc α sao cho hình chiếu của $\vec{V_2}$ trên bờ sông là $\vec{V_1}$: $\cos\alpha = \dfrac{V_1}{V_2}$



- Có $(\vec{P_1} + \vec{P_2})^2 = \vec{P}^2 \Rightarrow P_1^2 + P_2^2 + 2P_1.P_2\cos\alpha = P^2$

$$\Rightarrow \quad (m_1V_1)^2 + (m_2V_2)^2 + 2(m_1V_1)(m_2V_2).\frac{V_1}{V_2} = [(m_1 + m_2)V]^2$$

$$\Rightarrow \quad V = \frac{\sqrt{(m_1V_1)^2 + (m_2V_2)^2 + 2m_1m_2V_1^2}}{m_1 + m_2}.$$

TÍNH VẬN TỐC CỦA TÊN LỬA

251 **Một tên lửa khối lượng tổng hợp M = 10 tấn (kể cả khí) xuất phát theo phương thẳng đứng. Vận tốc của khí phụt ra là V_1 = 1000m/s.**

a) Biết khối lượng khí của tên lửa là m = 2 tấn được phụt ra tức thời.

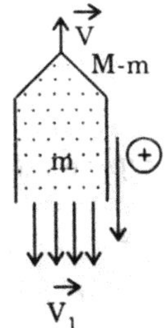
Tính vận tốc xuất phát của tên lửa.

b) Biết khí được phụt ra trong một thời gian tương đối dài, một giây phụt ra được m_1 = 100kg. Tính vận tốc tên lửa đạt được sau 1 giây đầu. Lấy g = 9,8m/s^2.

Giải

a) Khí phụt ra tức thời :

- Xét hệ : tên lửa :
- Vì thời gian khí phụt ra rất ngắn nên có thể coi gần đúng tên lửa là hệ kín, vì vậy áp dụng định luật bảo toàn động lượng :



$$(M - m)\vec{V} + m\vec{V_1} = \vec{0}$$

$$(M - m)V_x + mV_{1x} = 0$$

Lấy chiều dương là chiều của khí phụt ra thì $V_{1x} = V_1$ nên :

$$V_x = -\frac{m}{M - m}V_1 = -\frac{2}{8}.1000 = -250\text{m/s}$$

hay $V = 250\text{m/s}$.

b) Khí phụt ra trong thời gian tương đối dài :

- Xét hệ : tên lửa.
- Vì thời gian khí phụt ra tương đối dài nên không thể bỏ qua ảnh hưởng của trọng lực, do đó tên lửa không thể coi là một hệ kín nên không áp dụng được định luật bảo toàn động lượng mà phải dùng dạng khác của định luật II Newton.

Áp dụng cho $m_1$kg khí phụt ra trong thời gian $\Delta t = 1\text{s}$:

$$F.\Delta t = \Delta P = m_1V_1 \Rightarrow F = \frac{m_1V_1}{\Delta t} = \frac{100.1000}{1} = 10^5\text{N}$$

- Theo định luật III Newton, đó cũng là lực do khí tác dụng lên tên lửa mà gia tốc tên lửa là a và vì khối lượng khí phụt ra khá nhỏ so với khối lượng tên lửa nên vẫn coi khối lượng tên lửa trong 1s đầu là M.

Vì vậy $F - Mg = Ma \Rightarrow a = \dfrac{F - Mg}{M} = \dfrac{10^5 - 10^4.9,8}{10^4} = 0,2\text{m/s}^2$

- Vận tốc tên lửa sau 1s : $V = a.t = 0,2\text{m/s}$.

TÌM VẬN TỐC TÊN LỬA VỚI NHIỀU TRƯỜNG HỢP VẬN TỐC KHÍ

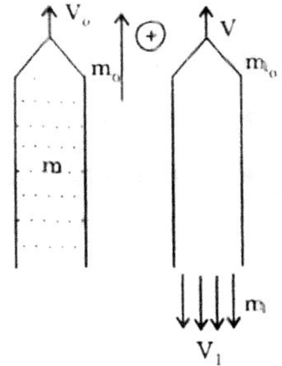
252 Một tên lửa gồm vỏ có khối lượng m_o = 5 tấn và khí có khối lượng m = 3 tấn. Tên lửa đang bay với vận tốc V_o = 200m/s thì phụt ra phía sau tức thời lượng khí nói trên. Tính vận tốc của tên lửa sau khi khí phụt ra với giả thiết vận tốc khí là :

a) $V_1 = 500m/s$.

b) $V_1 = 500m/s$ đối với tên lửa trước khi phụt khí.

c) $V_1 = 500m/s$ đối với tên lửa sau khi phụt khí

Giải



- Xét hệ : Vỏ + khí
- Gọi $\vec{V_K}$ là vận tốc của khí (đối với đất) thì :

$$(m + m_o)\vec{V_o} = m_o\vec{V} + m\vec{V_K}$$

$$(m + m_o)V_o = m_oV_x + mV_{Kx}$$

$$V_x = \frac{(m + m_o)V_o - m.V_{Kx}}{m_o} \quad (*)$$

a) $V_1 = 500m/s$ (đối với đất) :

$$V_{Kx} = -V_1 = -500m/s$$

$$(*) \Rightarrow \quad V_x = \frac{(m + m_o)V_o + mV_1}{m_o} = \frac{8.200 + 3.500}{5} = 620m/s$$

$$V = 620m/s.$$

b) $V_1 = 500m/s$ đối với tên lửa trước khi phụt khí :

Phép cộng vận tốc : $\vec{V_K} = \vec{V_1} + \vec{V_o}$

$$V_{Kx} = V_{1x} + V_{ox} = -V_1 + V_o = -300m/s$$

$$(*) \Rightarrow \quad V_x = \frac{8.200 - 3(-300)}{5} = 500m/s > 0$$

$$V = 500m/s.$$

c) $V_1 = 500m/s$ đối với tên lửa sau khi phụt khí :

Phép cộng vận tốc : $\vec{V_K} = \vec{V_1} + \vec{V}$

$$V_{Kx} = -V_1 + V_x = -500 + V_x$$

$$V_x = \frac{8.200 - 3(500 + V_x)}{5}$$

$$8V_x = 3100 \Rightarrow V_x = 387,5m/s > 0$$

$$V = 387,5m/s.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

253 Một vật $m = 2kg$ được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc $V_o = 10m/s$. Tìm độ biến thiên động lượng của vật sau khi ném một thời gian :

a) $t_1 = 0,5s$. b) $t_2 = 2s$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

$$\Delta P_x = P_x - P_{ox} = m(V_x - V_{ox}) = m(-gt + V_{ox} - V_{ox}) = -mgt$$

$$|\Delta P_x| = mgt$$

a) $t = 0{,}5s$: $\Delta P = 10kg.m.s^{-1}$

b) $t = 2s$: $\Delta P = 40kg.m.s^{-1}$.

254 Một viên đạn có khối lượng m = 10g đang bay với vận tốc $V_1 = 1000m/s$ thì gặp bức tường. Sau khi xuyên qua bức tường thì vận tốc viên đạn còn là $V_2 = 400m/s$. Tính độ biến thiên động lượng và lực cản trung bình của bức tường lên viên đạn, biết thời gian xuyên thủng tường là $\Delta t = 0{,}01s$.

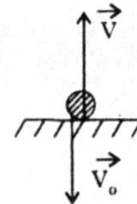
Hướng dẫn

- $\Delta p = m(V_2 - V_1) = -6kgms^{-1}$
- $F_c = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = -600N.$

255 Một quả bóng có khối lượng m = 5g rơi xuống mặt sàn từ độ cao h = 0,8m, sau đó nẩy lên. Thời gian va chạm là $\Delta t = 0{,}01s$.

Tính lực tác dụng của sàn lên quả bóng, biết va chạm nói trên là va chạm đàn hồi. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

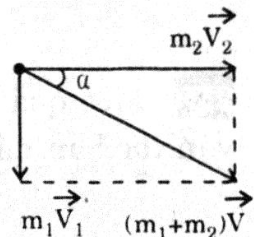


- $V = V_o = \sqrt{2gh} = 4m/s$
- $\Delta P = m(V - V_o) = -2mV_o$
- $F = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = -4N.$

256 Một người có khối lượng $m_1 = 50kg$ nhảy ngang với vận tốc $V_1 = 2m/s$ lên một chiếc thuyền đang trôi dọc theo bờ sông với vận tốc $V_2 = 1m/s$. Biết khối lượng thuyền là $m_2 = 173{,}2kg$ và $\vec{V_1} \perp \vec{V_2}$.

Tìm vận tốc (cả hướng và độ lớn) của thuyền khi người đã vào thuyền.

Hướng dẫn



- $m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} = (m_1 + m_2)\vec{V}$

$$\Rightarrow \quad V = \frac{\sqrt{(m_1V_1)^2 + (m_2V_2)^2}}{m_1 + m_2} \approx 0{,}896m/s$$

- $tg\alpha = \dfrac{m_1V_1}{m_2V_2} \Rightarrow \alpha = 30^o.$

257 Một người có khối lượng $m_1 = 60kg$ đứng trên một chiếc thuyền có khối lượng $m_2 = 360kg$ đang trôi theo dòng nước với vận tốc $V_2 = 2m/s$. Người ấy rời thuyền theo các cách sau đây :

a) Nhảy cùng hướng chuyển động của thuyền với vận tốc $V_1 = 3m/s$ đối với thuyền (có vận tốc cũ V_2).

b) Nhảy ngược hướng chuyển động của thuyền với vận tốc $V_1 = 3m/s$ đối với thuyền (có vận tốc cũ V_2).

c) Đu lên cùng cành cây khi người ấy vừa qua dưới cành cây. Hãy tính vận tốc của thuyền sau khi người rời thuyền.

Hướng dẫn

Gọi $\vec{V}'_1$, $\vec{V}'_2$ là vận tốc của người và thuyền (đối với đất)

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)\vec{V}_2 = m_1.\vec{V}'_1 + m_2\vec{V}'_2 & (*) \\ \vec{V}'_1 = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \quad (m_1 + m_2)\vec{V}_2 = m_1(\vec{V}_1 + \vec{V}_2) + m_2\vec{V}'_2 \quad \Leftrightarrow \quad \vec{V}'_2 = \vec{V}_2 - \frac{m_1}{m_2}\vec{V}_1$$

a) $\vec{V}_1$ *và* $\vec{V}_2$ *cùng hướng :*

Chọn chiều + là chiều chuyển động của thuyền thì :

$$V'_2 = V_2 - \frac{m_1}{m_2}V_1 = 1{,}5m/s.$$

b) $\vec{V}_1$ *và* $\vec{V}_2$ *ngược hướng :* $V'_2 = V_2 + \dfrac{m_1}{m_2}V_1 = 2{,}5m/s.$

c) Đu lên cành cây :

Người ấy đứng yên đối với mặt đất theo phương ngang nên : $V'_1 = 0$

$$(*) \Rightarrow \quad (m_1 + m_2)V_2 = m_2V'_2$$

$$\Rightarrow \quad V'_2 = \frac{m_1 + m_2}{m_2}V_2 \approx 2{,}33m/s.$$

258 Một quả đạn bay lên điểm cao nhất, nổ thành 3 mảnh. Chứng tỏ rằng vận tốc ban đầu của 3 mảnh trên đồng phẳng.

Hướng dẫn

$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 = \vec{0}$: $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$: đồng phẳng $\Rightarrow$ $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$, $\vec{V}_3$: đồng phẳng.

259 Một quả đạn khối lượng m khi bay lên đến điểm cao nhất thì nổ thành 2 mảnh, trong đó 1 mảnh có khối lượng $m_1 = \dfrac{2m}{3}$ bay thẳng đứng xuống dưới

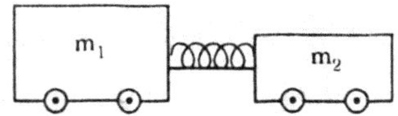
với vận tốc $V_1 = 20m/s$. Hỏi độ cao cực đại mà mảnh còn lại lên tới được (so với vị trí nổ). Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

$$m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{V_2} = -\frac{m_1}{m_2}\vec{V_1}$$

- Mảnh thứ 2 bay thẳng đứng lên cao.
- $V_2 = \dfrac{m_1}{m_2}V_1 = 40m/s$
- $h_{max} = \dfrac{V_2^2}{2g} = 80m.$

260 Hai xe có khối lượng lần lượt m_1 và m_2 mà $\dfrac{m_1}{m_2} = 2$, lúc đầu được giữ đứng yên trên mặt phẳng nằm ngang nhờ một lò xo bị co (khối lượng không đáng kể) và dây nối 2 xe (hình vẽ). Đốt dây nối thì lò xo dãn và đẩy 2 xe chạy ngược chiều (đồng thời lò xo rời khỏi 2 xe). Xe m_1 chạy được $l_1 = 0{,}5m$ thì dừng. Hỏi xe m_2 chạy được bao xa, biết hệ số ma sát giữa 2 xe với mặt phẳng ngang là giống nhau và tác dụng của lò xo vào 2 xe là tức thời.



Hướng dẫn

- 2 xe chuyển động chậm dần với gia tốc :

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \frac{f_{1ms}}{m_1} = \mu g \\ a_2 &= \frac{f_{2ms}}{m_2} = \mu g \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad a_1 = a_2$$

- Định luật bảo toàn động lượng cho hệ 2 xe :

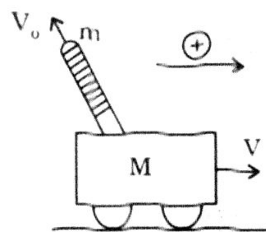
$$m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{m_1}{m_2} = 2 \qquad (1)$$

- $$\left.\begin{aligned} V_2^2 &= 2a_2 l_2 \\ V_1^2 &= 2a_1 l_1 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{l_2}{l_1} \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $l_2 = 4l_1 = 2m$.

261 Một súng đại bác đặt trên toa tàu có khối lượng tổng cộng là $M = 1$ tấn (kể cả đạn). Tàu đang chạy với vận tốc $V = 2m/s$ thì súng bắn ra một viên đạn ngược với hướng chuyển động của tàu và nghiêng với đường ray nằm ngang góc $\alpha = 45^o$. Tính vận tốc của toa tàu sau khi bắn, biết khối lượng đạn là $m = 10kg$ và vận tốc đạn khi bắn ra là $V_o = 500m/s$. Bỏ qua ma sát.

Hướng dẫn



Theo phương ngang thì ngoại lực bằng không nên áp dụng định luật bảo toàn động lượng theo phương này :

$$MV = (M - m)V'_x - mV_0\cos\alpha.$$

$$V'_x = \frac{MV + mV_0\cos\alpha}{M - m} \approx \frac{MV + mV_0\cos\alpha}{M} = 5{,}52\text{m/s}.$$

262 Một tên lửa có khối lượng m_1 = 1 tấn mang một đầu tên lửa khối lượng m_2 = 100kg đang bay với vận tốc V = 500m/s thì đầu tên lửa tách ra. Lúc đó đầu tên lửa, được đẩy tới trước với vận tốc V_0 = 11m/s so với tên lửa. Tìm vận tốc của đầu tên lửa và tên lửa.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}(m_1 + m_2)\vec{V} = m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} \\ \vec{V_2} = \vec{V_0} + \vec{V_1}\end{cases} \Leftrightarrow (m_1 + m_2)\vec{V} = m_1\vec{V_1} + m_2(\vec{V_0} + \vec{V_1})$$

Lấy chiều dương là chiều chuyển động ban đầu thì :

$$(m_1 + m_2)V = m_1V_{1x} + m_2(V_0 + V_{1x})$$

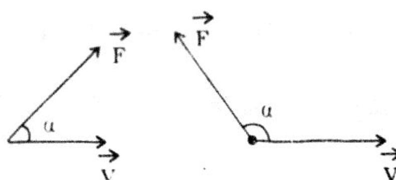
$$\Rightarrow \quad V_{1x} = \frac{(m_1 + m_2)V - m_2V_0}{m_1 + m_2} = 499\text{m/s}$$

Và $\quad V_{2x} = 510$m/s.

§14. CÔNG – CÔNG SUẤT – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CÔNG

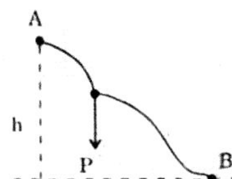
I. Công của lực

$A = F.S.\cos\alpha$
(J) (N)(m)



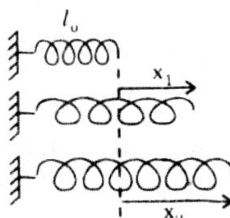
II. Công của trọng lực

$A = P.h$



III. Công của lực đàn hồi

$$A = \frac{1}{2}K\left(x_1^2 - x_2^2\right)$$



IV. Công của lực ma sát

$A = -F_{ms}.S$

V. Định luật bảo toàn công

Không có máy nào làm cho ta lợi về công : Nếu máy làm tăng lực bao nhiêu lần thì giảm đường đi bấy nhiêu lần và ngược lại.

VI. Hiệu suất

- Công chỉ được bảo toàn khi không có ma sát.
- Nếu có ma sát thì $A_{ra} < A_{vào}$ và hiệu suất của máy.

$$H = \frac{A_{ra}}{A_{vào}} < 1$$

VII. Công suất : $(w)N = \frac{A}{t}\frac{(J)}{(s)}$.

CÔNG CỦA MỘT LỰC CÓ PHƯƠNG TẠO THÀNH MỘT GÓC VỚI PHƯƠNG CỦA ĐƯỜNG ĐI

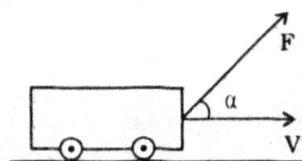
263 **Một con ngựa kéo một chiếc xe đi với vận tốc V = 14,4km/h trên đường nằm ngang. Biết lực kéo F = 500N và hợp với phương nằm ngang góc α = 30°. Tính công của con ngựa trong 30 phút.**

Giải

Công suất của lực kéo F (cũng là công của ngựa).

Với : $A = F.S.\cos\alpha$

$S = V.t$ nên $A = F.V.t.\cos\alpha$.



Trong đó $\begin{cases} V = 14{,}4\dfrac{km}{h} = 4\dfrac{m}{s} \\ t = 30\text{phút} = 1800s \end{cases}$

$$A = 500 \times 4 \times 1800 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 31{,}176.10^5 \text{ J}.$$

CÔNG ĐỂ KÉO THANG MÁY ĐI LÊN

264 **Một thang máy khối lượng M = 600kg chuyển động thẳng đứng lên cao h = 10m. Tính công của động cơ để kéo thang máy lên trong hai trường hợp:**

a) Thang máy đi lên thẳng đều.

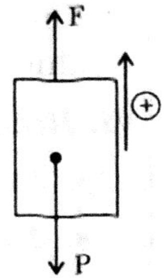
b) Thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc $a = 1m/s^2$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

Thang máy chịu tác dụng 2 lực :
- Trọng lực $\vec{P}$
- Lực kéo $\vec{F}$ của động cơ.

Công của động cơ để đưa thang máy lên cao độ cao h:

$$A = F \times h \qquad (*)$$



a) Thang máy chuyển động thẳng đều :

$F = P = Mg$ nên : $(*) \Rightarrow \quad A = Mg.h = 6.10^4$ J

b) Thang máy chuyển động nhanh dần đều :

$$\vec{F} + \vec{P} = M\vec{a}$$

$$F - P = Ma$$

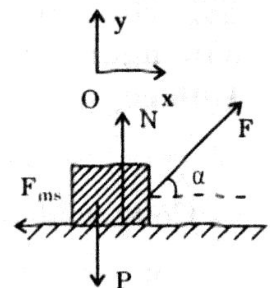
$F = M(g + a)$ nên $(*) \Rightarrow A = M(g + a).h = 6{,}6.10^4$ J.

CÔNG CỦA LỰC KÉO KHI VẬT CÓ MA SÁT

265 **Một vật khối lượng m = 10kg được kéo bởi lực F nghiêng với mặt sàn nằm ngang góc $\alpha = 45^o$. Hệ số ma sát giữa vật và mặt sàn là $\mu = 0{,}1$. Lấy $g = 10m/s^2$.**

Tính công tối thiểu của lực kéo để vật chuyển động 10m.

Giải



- Có $\vec{F} + \vec{P} + \vec{N} - \vec{f}_{ms} = m.\vec{a}$

Chiếu xuống hệ trục xOy :

$$\begin{cases} F\cos\alpha - f_{ms} = ma \\ F\sin\alpha - P + N = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F\cos\alpha - \mu N = ma \\ N = P - F\sin\alpha \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \quad F\cos\alpha - \mu(P - F\sin\alpha) = ma$$

$$\Rightarrow \quad F = \frac{m(a + \mu g)}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$$

- Công của lực kéo F :

$$A = F.S.\cos\alpha = \frac{m(a + \mu g)}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}.S.\cos\alpha = \frac{m(a + \mu g).S}{1 + \mu tg\alpha} \geq \frac{\mu mgS}{1 + \mu tg\alpha}$$

(dấu "=" khi a = 0)

$$\Rightarrow \quad A_{min} = \frac{\mu mgS}{1 + \mu tg\alpha} = \frac{0{,}1.10 \times 10 \times 10}{1 + 0{,}1 \times 1} \approx 90{,}9 \text{ (J)}.$$

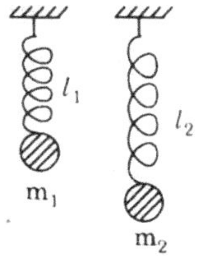
CÔNG CỦA LỰC ĐÀN HỒI

266 **Một lò xo có chiều dài $l_1 = 31cm$ khi treo vật có khối lượng $m_1 = 100g$ và chiều dài $l_2 = 32cm$ khi treo vật có khối lượng $m_2 = 200g$. Tính công cần thiết để kéo lò xo dãn ra từ $l_3 = 35cm$ đến $l_4 = 40cm$. Lấy $g = 10m/s^2$.**

Giải

Gọi l_o và K là chiều dài tự nhiên và độ cứng của lò xo.

Độ dãn của lò xo : $\Delta l = \frac{F}{K}$ (*)



- Khi treo vật m_1 thì : $F = m_1g$ và $\Delta l = l_1 - l_o$ nên :

$$(*) \Rightarrow l_1 - l_o = \frac{m_1g}{K} \quad (1)$$

- Khi treo vật m_2 thì : $F = m_2g$ và $\Delta l = l_2 - l_o$ nên :

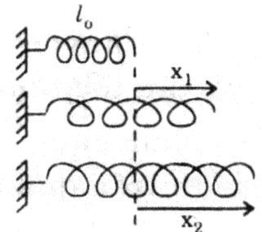
$$(*) \Rightarrow l_2 - l_o = \frac{m_2g}{K} \quad (2)$$

$$(2) - (1) \Rightarrow l_2 - l_1 = \frac{(m_2 - m_1)g}{K}.$$

$$\Rightarrow K = \frac{(m_2 - m_1)g}{l_2 - l_1} = \frac{(0,2 - 0,1) \times 10}{0,32 - 0,31} = 100N/m$$

$$\text{Và (1)} \Rightarrow l_o = l_1 - \frac{m_1g}{K} = 0,31 - \frac{0,1.10}{100} = 0,3m = 30cm$$

- Công của lực đàn hồi : $A = \frac{1}{2}K\left(x_1^2 - x_2^2\right)$



Với : $\begin{cases} x_1 = l_3 - l_o = 0,05m \\ x_2 = l_4 - l_o = 0,1m \end{cases}$

nên : $A = \frac{1}{2} \times 100\,(0,05^2 - 0,1^2) = -0,375J$

(Dấu – Vì công lực đàn hồi là công cản)

Công cần thiết : $A' = -A = 0,375J$.

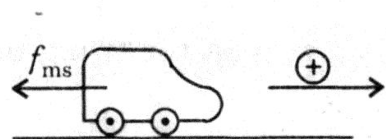
CÔNG CỦA LỰC MA SÁT

267 **1. Một chiếc xe có khối lượng m đang chạy với vận tốc V_o trên đường nằm ngang thì hãm phanh. Tính công của lực ma sát kể từ lúc hãm phanh cho đến khi xe dừng lại.**

2. Cần thực hiện một công là bao nhiêu để hãm một toa tàu có khối lượng 1200 tấn đang chuyển động với vận tốc 72km/h dừng lại.

Giải

1. Công của lực ma sát :



- Do lực ma sát ($\vec{f}_{ms}$) xe thu gia tốc :

$$a_x = -\frac{f_{ms}}{m} \Rightarrow f_{ms} = ma_x$$

- Và : $0 - V_o^2 = 2a_x.S \Rightarrow S = -\frac{V_o^2}{2a_x}$

- Công hãm (tức công của lực ma sát) :

$$A_{ms} = -f_{ms} \times S = -(-ma_x)\left(-\frac{V_o^2}{2a_x}\right)$$

$$\boxed{A_{ms} = -\frac{1}{2}mV_o^2} \qquad (*)$$

2. Áp dụng số :

Với $\begin{cases} V_o = 72\dfrac{km}{h} = 20m/s \\ m = 1200\,\text{tấn} = 12.10^5\,kg \end{cases}$ $(*) \Rightarrow \boxed{A = -24 \times 10^7 J}$.

CÔNG SUẤT VÀ CÔNG SUẤT TRUNG BÌNH

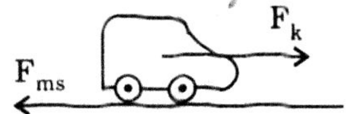
268 Một ô tô có khối lượng m = 5000kg chuyển động trên đoạn đường thẳng nằm ngang ABC. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường là μ = 0,1. Chuyển động gồm 2 giai đoạn :

– Chuyển động thẳng đều trên đoạn AB với vận tốc V = 36km/h.

– Chuyển động nhanh dần đều trên đoạn đường BC với gia tốc a = 1m/s² và vận tốc tăng từ 36km/h đến 54km/h.

Tính công suất của động cơ ô tô trên quãng đường AB và công suất trung bình trên quãng đường BC.

Giải



a) Công suất ô tô trên quãng đường AB :

- Vì xe chuyển động đều nên lực kéo của động cơ :

$$F_k = F_{ms} = \mu mg$$

- Công suất của ô tô :

$$N = F_k.V = \mu mg.V = 0{,}1.5000.10.10 = 5.10^4.W$$

b) Công suất trung bình trên quãng đường BC :

- Vì xe chuyển động có gia tốc nên : $\vec{f}_K + \vec{f}_{ms} = m\vec{a}$

$$F_K - \mu mg = ma$$

$$\Rightarrow F_K = m(a + \mu g)$$

- Vận tốc trung bình của xe chuyển động biến đổi đều :

$$V_{tb} = \frac{V + V_o}{2}$$ (Xem bài 43)

- Công suất trung bình :

$$N_{tb} = F_K.V_{tb} = m(a + \mu g).\frac{V + V_o}{2} = 125.10^3 W.$$

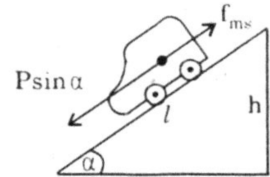
CÔNG SUẤT CỦA Ô TÔ KHI CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU LÊN DỐC

269 **Một ô tô có khối lượng M = 2 tấn khi tắt máy sẽ chuyển động đều từ đỉnh dốc xuống hết dốc trong thời gian t = 10s (không hãm phanh). Biết đỉnh dốc cao h = 10m. Tìm công suất của động cơ ô tô ấy để kéo ô tô lên dốc cũng trong thời gian nói trên với chuyển động thẳng đều. Lấy $g = 10m/s^2$.**

Giải

- Khi xe xuống dốc với chuyển động đều (H_1) :

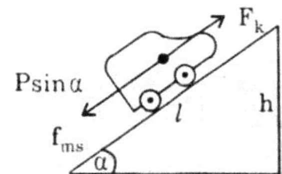
  $f_{ms} = P\sin\alpha$



(H1)

- Khi xe lên dốc với chuyển động đều (H_2) : :

  $$F_K = f_{ms} + P\sin\alpha = 2P\sin\alpha = 2Mg.\frac{h}{l}$$



(H2)

- Vận tốc ô tô khi lên cũng như xuống : $V = \frac{l}{t}$

- Công suất của lực kéo (tức của ô tô) :

  $$N = F_K.V = 2Mg.\frac{h}{l}.\frac{l}{t} = 2Mg\frac{h}{t} = 40.10^3\,W.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

270 Một máy bay lên thẳng có khối lượng $m = 5.10^3$kg, sau thời gian t = 2 phút máy bay đạt độ cao h = 1440m. Tính công của động cơ trong thời gian ấy trong 2 trường hợp :

a) Chuyển động thẳng đều. b) Chuyển động nhanh dần đều.

Hướng dẫn

Công : $A = F_K \times h$ (*)

a) $F_K = mg$: (*) $\Rightarrow$ $A = mgh = 7056.10^4J$

b) $F_K = m(g + a)$: (*) $\Rightarrow$ $A = m(g + a)h$ với $a = \frac{2h}{t^2}$

$$A = m\left(g + \frac{2h}{t^2}\right).h = 7{,}2.10^7J.$$

271 Một vật khối lượng M = 20kg được buộc vào đầu một sợi dây dài. Hãy tính công mà người đã thực hiện khi :

a) Vật được kéo đều lên theo phương thẳng đứng với độ cao h = 10m.

b) Vật được thả đều xuống theo phương thẳng đứng với độ cao h = 10m.

Hướng dẫn

Vật chuyển động đều nên : $F = P = Mg$

Công của người kéo : $A = F.h.\cos\alpha$

a) Vật đi lên : $\alpha = (\vec{F}, \vec{V}) = 0$ nên $A = Mgh = 1960J$.

b) Vật đi xuống : $\alpha = (\vec{F}, \vec{V}) = 180^o$ nên $A = -Mgh = -1960J$.

272 Một ô tô khối lượng m = 2 tấn chuyển động đều trên đường nằm ngang. Hệ số ma sát giữa xe và mặt đường là $\mu = 0,05$. Tính công của ô tô và của lực ma sát khi ô tô chuyển động được quãng đường S = 1000m.

Hướng dẫn

- Công của ô tô :

$$A_1 = F_K.S.\cos 0^o = \mu MgS = 9,8.10^5.J.$$



- Công của lực ma sát :

$$A_2 = F_{ms}.S.\cos 180^o = -9,8.10^5 J.$$

273 Để lò xo dãn ra 10cm (kể từ khi lò xo chưa biến dạng) ta cần thực hiện một công là bao nhiêu ? Biết rằng với lực kéo 1N thì lò xo dãn ra 1cm.

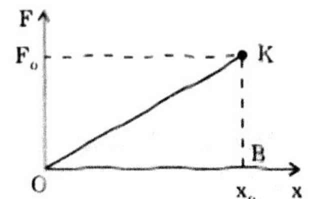
Hướng dẫn

- $K = \dfrac{F}{\Delta l} = 100N/m.$

- Công của lực đàn hồi : $A = \dfrac{1}{2}K(x_1^2 - x_2^2) = -0,5\ J$

- Công thực hiện : $A' = -A = 0,5\ J.$

274 Đồ thị biểu diễn độ lớn của lực đàn hồi vào độ biến dạng của lò xo như hình vẽ. Chứng minh rằng công của lực đàn hồi để làm lò xo dãn ra khoảng x_o (kể từ khi lò xo x_o chưa biến dạng) có giá trị bằng diện tích hình tam giác OAB.



Hướng dẫn

$$A = \frac{1}{2}Kx_o^2 = \frac{1}{2}(Kx_o).x_o = \frac{1}{2}F_o.x_o = S_{OAB}$$

275 Một ô tô khối lượng m = 1 tấn kể từ lúc khởi hành đến lúc đạt vận tốc V = 79,2 km/h đã chạy được S = 242m. Trong quãng đường này ô tô đã chuyển động nhanh dần đều. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường là $\mu = 0,1$. Hãy tính công suất động cơ trung bình và công suất cuối quãng đường trên.

Hướng dẫn

- Gia tốc $g = \dfrac{V^2}{2S}$

- Lực kéo động cơ : $F_K = Fms + ma = m(\mu g + a)$

- Công suất trung bình : $N_{tb} = F_k.V_{tb} = m\left(\mu g + \dfrac{V^2}{2S}\right).\dfrac{V}{2} = 22.10^3 W$

- Công suất cuối quãng đường (công suất tức thời) :

$$N = F_k.V = m\left(\mu g + \frac{V^2}{2S}\right).V = 44,10^3W.$$

276 Một ô tô khối lượng m = 2 tấn lên dốc có độ nghiêng $\alpha = 30^o$ so với phương ngang, vận tốc đều $V = 10,8\frac{km}{h}$. Công suất của động cơ lúc đó là N = 60kW. Tìm hệ số ma sát giữa ô tô và mặt đường.

Hướng dẫn

- $F_K = mgsin\alpha + \mu mgcos\alpha$ (1)
- $N = F_K.V \quad \Rightarrow \quad F_K = \frac{N}{V}$ (2)

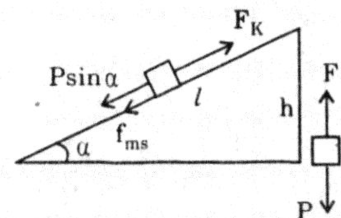
(1) và (2) $\Rightarrow \quad \mu = \frac{N}{V.mg.\cos\alpha} - tg\alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$.

277 Một động cơ cần trục có công suất N = 1,5kW có thể nâng lên đều một vật có khối lượng m = 1,2 tấn với vận tốc V = 0,1m/s. Tính hiệu suất của cần trục. Lấy $g = 10m/s^2$.

Đáp số: $H = \frac{N'}{N} = \frac{mgV}{N} = 80\%$.

278 Một mặt phẳng nghiêng có hệ số ma sát là μ và hợp với phương nằm ngang góc α. Hãy tính hiệu suất của mặt phẳng nghiêng.

Hướng dẫn



- Công có ích : $A_o = P.h = P.l.sin\alpha$.
- Công kéo vật lên theo mặt phẳng nghiêng:

$$A = F_k.l = (Psin\alpha + \mu Pcos\alpha).l$$

- Hiệu suất : $H = \frac{A_o}{A} = \frac{1}{1 + \mu\cot g\alpha}$.

§15. ĐỘNG NĂNG – THẾ NĂNG

I. Động năng

$$W_d = \frac{1}{2}mV^2$$

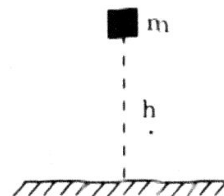
(J) (kg)(m/s^2)

II. Định lí động năng

$$A_{12} = W_{d2} - W_{d1}$$

III. Thế năng

- Thế năng của vật trong trọng trường :



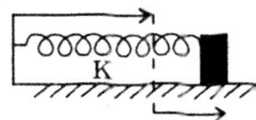
Lấy mốc thế năng tại mặt đất thì :

$$Wt = m \cdot g \cdot h$$

$$(J) = (kg)\,(m/s^2)\,(m)$$

- Thế năng của vật đàn hồi :

Lấy mốc thế năng ở đầu lò xo chưa biến dạng :



$$Wt = \frac{1}{2}K \cdot x^2$$

$$(J) \quad (N/m)\,(m^2)$$

IV. Độ biến thiên thế năng và công

$$W_{t2} - W_{t1} = -A_{12}.$$

ĐỊNH LÍ ĐỘNG NĂNG

279 **Một viên đạn khối lượng m = 20g bắn vào bức tường dày 20cm với vận tốc V_1 = 500m/s. Khi ra khỏi bức tường vận tốc viên đạn là V_2 = 200m/s. Tính lực cản của bức tường lên viên đạn.**

Giải

Công lực cản của bức tường bằng độ biến thiên động năng của đạn :

$$W_{d2} - w_{d1} = A_{12}$$

$$\frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = F_c.S \quad \Rightarrow \quad F_c = \frac{m\left(V_2^2 - V_1^2\right)}{2S} = \frac{0{,}02(200^2 - 500^2)}{2.0{,}2}$$

$$F_c = -10{,}5.10^3 N$$

(dấu – chứng tỏ lực cản ngược chiều chuyển động).

TÍNH LỰC HÃM BẰNG ĐỊNH LÍ ĐỘNG NĂNG HOẶC BẰNG ĐỊNH LUẬT II NEWTON

280 **Một ô tô khối lượng m = 2 tấn đang chuyển động trên đường nằm ngang với vận tốc V = 54 $\frac{km}{h}$ thì hãm phanh. Lực hãm có độ lớn F = 11250N. Tính quãng đường ô tô dừng lại kể từ lúc hãm phanh bằng cách :**

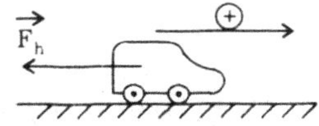
a) Áp dụng định lí động năng

b) Dùng định luật II Newton.

Giải

a) Áp dụng định lí động năng :

Độ biến thiên động năng bằng công lực hãm :



$$\frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = A_{12}$$

$$O - \frac{1}{2}mV^2 = -F_h.S$$

$$S = \frac{mV^2}{2F_h} = \frac{2.10^3.15^2}{2.11250} = 20m.$$

b) Dùng định luật II Newton :

- Gia tốc ô tô thu được do lực hãm :

$$a_x = \frac{-F_h}{m} = -\frac{11250}{2.10^3} = -5{,}625m/s^2$$

- Áp dụng : $V_x^2 - V_{ox}^2 = 2a_x.S_x$

$$O - V^2 = 2a_x.S_x \Rightarrow S_x = -\frac{V^2}{2a_x} = -\frac{15^2}{2(-5{,}625)} = 20m$$

hay $S = 20m$.

ĐỘNG NĂNG CÓ TÍNH TƯƠNG ĐỐI

281 Một máy bay chiến đấu đang bay với vận tốc V_1 = 1080km/h thì bắn ra một quả đạn vào một máy bay địch đang bay với vận tốc V_2 = 756km/h.

Biết rằng viên đạn bắn ra cùng hướng chuyển động với máy bay chiến đấu và có vận tốc V_o = 500m/s đối với máy bay này. Khối lượng viên đạn là m = 2kg. Tính động năng của viên đạn đối với mặt đất và đối với máy bay địch trong hai trường hợp :

a) Máy bay chiến đấu bay ngược hướng với máy bay địch.

b) Máy bay chiến đấu bay cùng hướng với máy bay địch.

Giải

$$V_1 = 1080\frac{km}{h} = 300m/s; \qquad V_2 = 756\frac{km}{h} = 210m/s$$

* Vận tốc đạn đối với đất :

$$V_3 = V_o + V_1 = 500 + 300 = 800\ (m/s)$$

* Vận tốc đạn đối với máy bay địch khi bay ngược chiều :

$$V_4 = V_3 + V_2 = 800 + 210 = 1010\ (m/s)$$

* Vận tốc đạn đối với máy bay địch khi bay cùng chiều :

$$V_5 = V_3 - V_2 = 800 - 210 = 590\ (m/s)$$

* Động năng của đạn đối với đất : $W_đ = \frac{1}{2}mV_3^2 = 64.10^4$ J

* Động năng của đạn đối với máy bay địch :

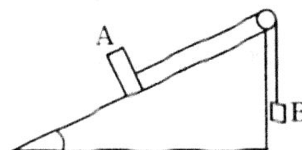
- Khi bay ngược chiều : $W_đ = \frac{1}{2}mV_4^2 = 1020100$J

- Khi bay cùng chiều : $W_đ = \frac{1}{2}mV_5^2 = 348100$J .

ÁP DỤNG ĐỊNH LÍ ĐỘNG NĂNG CHO MỘT HỆ VẬT

282 **Hai vật A và B có khối lượng m_A = 3kg và m_B = 1kg được nối với nhau qua ròng rọc như hình vẽ, trong đó α = 30°. Hệ thống lúc đầu đứng yên, sau đó ta thả cho hệ chuyển động. Bỏ qua ma sát giữa vật A và mặt phẳng nghiêng; khối lượng ròng rọc và dây nối coi như không đáng kể; dây nối không co dãn.**

a) Áp dụng định lí động năng để tính vận tốc của mỗi vật khi vật A đi được 1m.



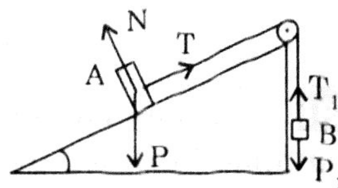
b) Chứng tỏ các vật chuyển động nhanh dần đều và tính gia tốc chuyển động.

Giải

a) Vận tốc của mỗi vật :

Vì Psinα > P_1 nên khi thả ra

Vật A trượt xuống còn vật B đi lên



- *Xét vật A :*

+ Các lực tác dụng vào A : $\vec{P}$, $\vec{T}$, $\vec{N}$

+ Công của vật A khi nó di chuyển xuống dưới khoảng x :

$$A_1 = A_{\vec{P}} + A_{\vec{T}} + A_{\vec{N}} = P\sin\alpha.x - T.x + 0$$

+ Áp dụng định lí động năng cho vật A :

$$\frac{1}{2}m_AV^2 = P\sin\alpha.x - T.x \quad (1)$$

- *Xét vật B :*

+ Các lực tác dụng vào B : $\vec{P_1}$, $\vec{T_1}$ (độ lớn bằng T).

+ Khi A di chuyển xuống dưới khoảng x thì B đi lên x

+ Công của B khi đi lên khoảng x :

$$A_2 = A_{\vec{P1}} + A_{\vec{T1}} = P_1x + T.x \quad (2)$$

+ Áp dụng định lí động năng cho vật B :

$$\frac{1}{2}m_BV^2 = -P_1x + T.x$$

Cộng (1) và (2) ta được : $\frac{1}{2}(m_B + m_A)V^2 = (P\sin\alpha - P_1).x$

$$\Rightarrow \quad V^2 = \frac{2(P\sin\alpha - P_1)}{m_A + m_B}x$$

$$V^2 = \frac{2(m_A \sin\alpha - m_B)}{m_A + m_B}x \quad (3)$$

Và : $V = \sqrt{2,5} \approx 1,58m/s$

b) Gia tốc chuyển động của các vật :

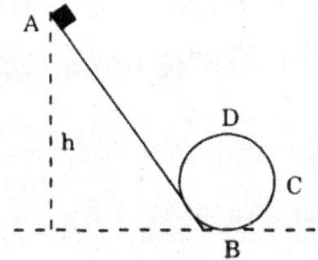
Biểu thức (3) có dạng : $V^2 = 2a.x$

Với : $a = \frac{(m_A \sin\alpha - m_B)g}{m_A + m_B} = 1,25m/s^2$

Cho ta kết luận : A và B chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a = 1,25m/s^2$.

VẬT TRƯỢT TRÊN MÁNG NGHIÊNG TIẾP VỚI MÁNG TRÒN

283 **Một cái máng gồm hai phần : phần AB đặt nghiêng và phần BCD được uốn thành hình tròn bán kính R nằm trong mặt phẳng thẳng đứng chứa phần máng AB. Một vật được thả ra trên phần máng AB cho trượt xuống từ độ cao h, sau đó nó sẽ tiếp tục chuyển động trong máng hình tròn. Bỏ qua ma sát khi vật chuyển động trên máng. Tìm độ cao h tối thiểu để vật lên tới được điểm cao nhất D trên máng hình tròn.**



Giải

+ Các lực tác dụng lên vật : $\vec{P}$, $\vec{N}$

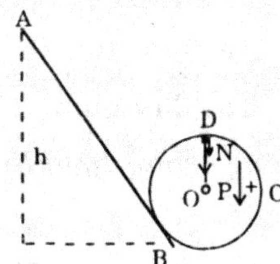
+ Có : $\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$

Tại điểm cao nhất D. $\vec{P}$ và $\vec{N}$ đều hướng tâm nên $\vec{a}$ hướng tâm.

Do đó : $P + N_D = m\frac{V_D^2}{R}$

$$\Rightarrow \quad N_D = m\left(\frac{V_D^2}{R} - g\right) \geq 0$$

Với m > 0 nên : $V_D^2 \geq gR$



+ Công của vật khi trượt từ A → D là công trọng lực (còn công của phản lực $\vec{N}$ bằng 0 vì phản lực luôn luôn vuông góc với đường đi), mà công

của trọng lực chỉ phụ thuộc vào độ cao giữa 2 điểm A và D :

$$h_A - h_D = h - 2R$$

$$A = mg(h - 2R)$$

+ Áp dụng định lí động năng : $\frac{1}{2}mV_D^2 = mg(h - 2R)$

$$\Rightarrow \quad V_D^2 = 2g(h - 2R) \geq gR \Rightarrow \quad h \geq \frac{5}{2}R$$

$$h_{min} = \frac{5}{2}R.$$

THẾ NĂNG

284 Một vật nặng có khối lượng m = 2kg. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Tính thế năng của vật tại A cách mặt đất 3m về phía trên và tại đáy giếng cách mặt đất 5m với mốc độ cao tại mặt đất.

b) Tìm lại kết quả câu a/ nếu lấy mốc độ cao tại đáy giếng.

c) Suy ra công của trọng lực khi vật chuyển từ đáy giếng lên độ cao h = 3m. Nêu nhận xét về các kết quả vừa tìm.

Giải

a) Lấy mốc độ cao tại mặt đất :

Thế năng : $W_t = mgh$

Với h là khoảng cách từ mốc độ cao đến vị trí tính thế năng

$h > 0$ nếu vị trí xét nằm trên mốc thế năng.

$h < 0$ nếu vị trí xét nằm dưới mốc thế năng.

- Tại độ cao 3m ($h_1 = 3m$) : $W_{t1} = mgh_1 = 60J$
- Tại mặt đất ($h = 0$) : $W_{t2} = 0$
- Tại đáy giếng ($h_3 = -5m$) : $W_{t3} = mgh_3 = -100J$

b) Lấy mốc độ cao tại đáy giếng :

- Tại độ cao 3m so với mặt đất ($h_1 = 3 + 5 = 8m$)

$$W_{t1} = mgh_1 = 160J$$

- Tại mặt đất ($h_2 = 5m$) : $W_{t2} = mgh_2 = 100J$
- Tại đáy giếng ($h_3 = 0$) : $W_{t3} = mgh_3 = 0$

c) Công trọng lực khi vật chuyển từ đáy giếng lên độ cao 3m :

$$A_{31} = -(W_{t1} - W_{t3})$$

- Mốc độ cao tại mặt đất : $A_{31} = -(60 + 100) = -160J$

(Dấu – vì công trọng lực trong trường hợp này là công cản)

- Với mốc độ cao tại đáy giếng : $A_{31} = -(160 - 0) = -160J$

- *Nhận xét :* Mốc độ cao khác nhau thì thế năng tại cùng một vị trí khác nhau nhưng độ biến thiên thế năng và công A không đổi.

THẾ NĂNG CỦA HỆ LÒ XO VÀ QUẢ CẦU

285 **Một lò xo có độ cứng K, khối lượng không đáng kể, được treo thẳng đứng, đầu dưới mang quả cầu nặng. Từ vị trí cân bằng O ta kéo vật thẳng đứng xuống dưới đến A với OA = x. Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng O, tính thế năng của hệ (lò xo và quả cầu) tại A.**

Giải

– Gọi x_0 là độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng O, lúc đó :

$$mg = K.x_0 \quad \Rightarrow \quad mg - Kx_0 = 0 \qquad (1)$$

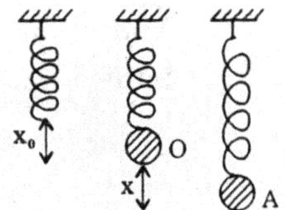
– Thế năng của vật tại A gồm thế năng đàn hồi và thế năng trọng lực.

+ Thế năng đàn hồi :

$$W_1 = \frac{1}{2}K(x_0 + x)^2 = \frac{1}{2}Kx_0^2 + \frac{1}{2}Kx^2 + Kx_0x$$

trong đó $\frac{1}{2}Kx_0^2$ là thế năng đàn hồi tại vị trí cân bằng O và bằng không (vì chọn mốc thế năng tại O) nên :

$$W_1 = \frac{1}{2}Kx^2 + Kx_0.x$$



+ Thế năng trọng lực : $W_2 = mg(-x)$

(dấu – vì điểm A dưới mốc thế năng 0)

Vậy thế năng của hệ tại A là : $W = \frac{1}{2}Kx^2 + (Kx_0 - mg)x$ (2)

(1) và (2) cho : $W = \frac{1}{2}Kx^2$.

THẾ NĂNG CỦA HỆ 2 LÒ XO

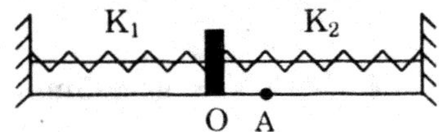
286 **Hai lò xo có độ cứng K_1 và K_2 được nối như hình vẽ. Đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng O đến A (nhưng vẫn tiếp xúc với mặt sàn) một khoảng OA = x.**

Tính thế năng của hệ tại A trong hai trường hợp :

a) Tại vị trí cân bằng O, 2 lò xo có chiều dài tự nhiên.

b) Tại vị trí cân bằng O, 2 lò xo đã bị kéo dãn.

Lấy vị trí cân bằng O làm mốc thế năng.

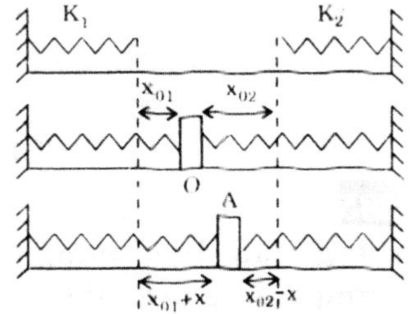


Giải

a) Tại O, 2 lò xo có chiều dài tự nhiên :

$$W_t = W_{t1} + W_{t2} = \frac{1}{2}K_1x^2 + \frac{1}{2}K_2x^2 = \frac{1}{2}(K_1 + K_2)x^2$$ (Xem bài 285)

b) Tại O, 2 lò xo đã bị kéo dãn :



- Xét lò xo bên trái :

Độ biến thiên thế năng từ O → A :

$$W_{tA} - W_{to} = \frac{1}{2}K_1(x_{o1} + x)^2 - \frac{1}{2}K_1 x_{o1}^2$$

$$= \frac{1}{2}K_1(x^2 + 2x_{o1}.x)$$

Với $W_{to} = 0$ nên : $W_{tA} = \frac{1}{2}K_1(x^2 + 2x_{o1}.x)$

- Xét lò xo bên phải :

$$W'_{tA} - W'_{to} = \frac{1}{2}K_2(x_{o2} - x)^2 - \frac{1}{2}K_2 x_{o2}^2 = \frac{1}{2}K_2(x^2 - 2x_{o2}.x)$$

Với $W'_{to} = 0$ nên : $W'_{tA} = \frac{1}{2}K_2(x^2 - 2x_{o2}.x)$

- Thế năng hệ 2 lò xo tại A :

$$W_t = W_{tA} + W'_{tA} = \frac{1}{2}(K_1 + K_2)x^2 + (K_1x_{o1} - K_2x_{o2})x$$

- Mặt khác, tại vị trí cân bằng O vật chịu tác dụng 2 lực đàn hồi cân bằng nhau nên : $K_1x_{o1} = K_2x_{o2}$ $\Rightarrow$ $K_1x_{o1} - K_2x_{o2} = 0$

Vậy : $W_t = \frac{1}{2}(K_1 + K_2)x^2$.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

287 Một toa tàu khối lượng m = 8 tấn sau khi khởi hành đã chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a = 1m/s^2$. Tính động năng của nó sau 10s kể từ lúc khởi hành.

Hướng dẫn

- $V = at = 10m/s$
- $W_d = \frac{1}{2}mV^2 = 4.10^5J$.

288 Một vật khối lượng m = 100g được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc $V_o = 10m/s$. Tính động năng và thế năng của vật sau khi ném 0,5s.

Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

- $V = V_o - gt = 5m/s$ $\quad W_d = \frac{1}{2}mV^2 = 1,25J$

- $h = V_ot - \frac{1}{2}gt^2 = 3,75m$

Lấy mốc độ cao là chỗ ném : $W_t = mgh = 3,75J$.

289 Một xe ô tô có khối lượng 5 tấn đang đi với vận tốc 36km/h thì lái xe thấy có chướng ngại vật ở cách 10m và đạp phanh. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường (nằm ngang) là $\mu = 0,4$. Tại sao xe vẫn đâm vào chướng ngại vật ? Tính vận tốc của xe lúc đó.

(Bài tập 56.4 – Sách GK Vật lí 10)

Hướng dẫn

- $\frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_o^2 = -\mu mg.S \quad \Rightarrow \quad V^2 = V_o^2 - 2\mu g.S$

  Với S = 10m, ta có : $V = \sqrt{20} \approx 4,46$m/s > 0

  Vậy xe vẫn còn chạy ở vị trí có chướng ngại vật.

- Vận tốc : V = 4,47m/s

  (*Chú ý :* không cần số liệu về khối lượng xe).

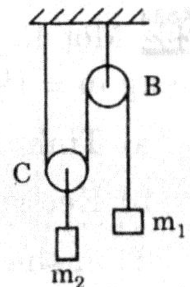
290 Hai vật có khối lượng $m_1 = 2,5$kg và $m_2 = 1$kg được móc vào 2 ròng rọc B cố định và C di động (Hình vẽ). Thả cho hệ chuyển động từ nghỉ. Bỏ qua khối lượng của ròng rọc và dây. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Tính vận tốc của 2 vật khi m_1 đã đi được 1m.

b) Khi m_1 đi được 1m thì thế năng của hệ tăng hay giảm bao nhiêu ?

(Bài tập 56.5 và 57.3 – SGK Vật lí 10)

Hướng dẫn



a) • m_1 đi được 1m thì m_2 đi được 0,5m.

$$\left.\begin{array}{l} h_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 \\ h_2 = \frac{1}{2}a_2t^2 \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{h_1}{h_2} = 2$$

$$\left.\begin{array}{l} V_1 = a_1t \\ V_2 = a_2t \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{a_1}{a_2} = 2$$

- Công trọng lực : $A = m_1gh - m_2g\frac{h}{2} = 20J$

- Độ biến thiên động năng : $\Delta W_d = \frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2\left(\frac{V_1}{2}\right)^2 = 1,375\,V_1^2$

- Có : $A = \Delta W_d \quad \Rightarrow \quad V_1 \approx 3,8$m/s; $V_2 = 1,9$m/s

b) Thế năng m_1 giảm : $m_1gh_1 = 25J$

Thế năng m_2 tăng : $m_2gh_2 = 5J$

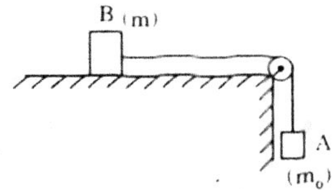
Thế năng hệ giảm : 25 – 5 = 20J.

291 Hai vật A và B có khối lượng m_o và m được nối nhau bằng dây không dãn qua ròng rọc cố định như hình vẽ, trong đó vật B trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang.

a) Áp dụng định lí động năng để tính vận tốc V khi vật A chuyển động khoảng x.

b) Tính sức căng T của dây nối.

Bỏ qua khối lượng ròng rọc và dây nối.



Hướng dẫn

a) Áp dụng định lí động năng cho 2 vật :

$$\begin{cases}(m_0g - T).x = \dfrac{1}{2}m_0V^2 \\ T.x = \dfrac{1}{2}mV^2\end{cases} \Rightarrow \quad V^2 = 2\frac{m_0g}{m + m_0}x \qquad (*)$$

$$V = \sqrt{2\frac{m_0g}{m + m_0}x}$$

b) $(*) \Rightarrow V^2 = 2a.x$ với $a = \dfrac{m_0g}{m + m_0}$

$$T = ma = \frac{m.m_0g}{m + m_0}.$$

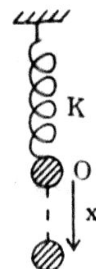
292 Một lò xo có độ cứng K = 100N/m treo thẳng đứng. Đầu dưới móc vật nặng m = 1kg. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Tính độ dãn Δl của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng O.

b) Kéo vật xuống phía dưới 2cm (kể từ vị trí cân bằng O).

Tính thế năng trọng lực của vật, thế năng đàn hồi của lò xo và thế năng của hệ. Lấy mốc thế năng tại vị trí cân bằng O.

Hướng dẫn



a) $$\Delta l = \frac{mg}{K} = 10cm$$

b) • Thế năng trọng lực :

$$W_{t1} = mgh = -0,2J \ (h = -0,02m)$$

• Thế năng đàn hồi :

$$W_{t2} = \frac{1}{2}K[(x + \Delta l)^2 - \Delta l^2] = 0,22J$$

• Thế năng của hệ :

$$W_t = W_{t1} + W_{t2} = 0,02J$$

§16. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

I. Cơ năng

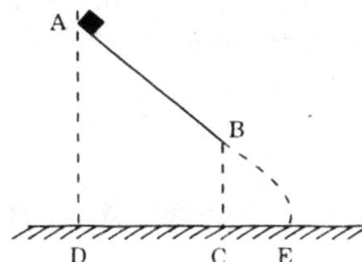
$$W = W_đ + W_t$$

II. Định luật bảo toàn cơ năng

$$W_1 = W_2$$

VẬT TRƯỢT TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG RỒI RƠI XUỐNG ĐẤT

293 **Một vật có khối lượng m = 0,2kg trượt không ma sát, không có vận tốc ban đầu trên mặt phẳng nghiêng từ A tới B và rơi xuống đất tại điểm E (Hình vẽ). Cho biết AD = 1,3m, BC = 1m, $g = 10m/s^2$.**



a) Tính trị số vận tốc V_B và V_E của vật tại các điểm B và E tương ứng.

b) Sau khi rơi vật lún xuống đất một đoạn S = 2cm (dọc theo quĩ đạo).

Hỏi lực cản trung bình của đất tác dụng lên vật.

Giải

a) Tính V_B và V_E :

Chọn mốc độ cao tại mặt đất .

- Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$mgh_A = mgh_B + \frac{1}{2}mV_B^2$$

$$V_B^2 = 2g(h_A - h_B) = 2.10(1,3 - 1) = 6$$

$$V_B = \sqrt{6} \approx 2,45m/s$$

- Và $W_A = W_E$

$$mgh_A = \frac{1}{2}mV_E^2$$

$$V_E^2 = 2gh_A = 2.10.1,3 = 26.$$

$$V_E = \sqrt{26} \approx 5,1m/s$$

b) Lực cản trung bình của đất tác dụng lên vật :

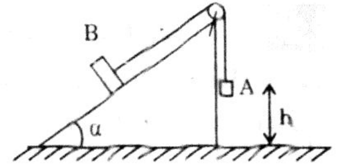
- Công của lực cản : $A_C = -F_c.S$
- Độ biến thiên của động năng : $\Delta W_đ = 0 - \frac{1}{2}mV_E^2$

- Định lí động năng : $A_c = \Delta W_đ$

$$-F_c.S = -\frac{1}{2}mV_E^2 \quad \Rightarrow \quad F_c = \frac{mV_E^2}{2S} = 130N.$$

ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG CHO HỆ HAI VẬT

2.4 Hai vật A và B được nối với nhau bằng dây không dãn qua ròng rọc cố định với $m_A = 300g$, $m_B = 200g$. Vật B trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^o$. Lúc đầu vật A cách mặt đất h = 0,5m. Lấy $g = 10m/s^2$; bỏ qua khối lượng dây nối và ròng rọc.

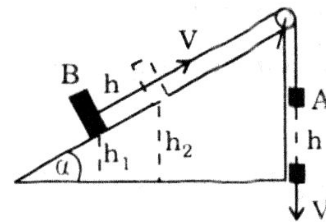


a) Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để tính vận tốc vật A và B khi A chạm đất.

b) Khi A chạm đất thì B tiếp tục chuyển động đi lên trên mặt phẳng nghiêng một quãng đường là bao nhiêu ?

***Giải* :**

a) Vận tốc A và B khi chạm đất :



Chọn mốc độ cao tại mặt đất thì :

- Cơ năng của hệ lúc thả :

$$W_o = m_Agh + m_Bgh_1$$

- Cơ năng của hệ lúc A chạm đất :

$$W_1 = \frac{1}{2}m_A.V^2 + \frac{1}{2}m_B.V^2 + m_Bgh_2 \qquad \text{với } h_2 = h_1 + h\sin\alpha.$$

- Vì không có ma sát nên : $W_o = W_1$

$$m_A.g.h + m_Bgh_1 = \frac{1}{2}m_AV^2 + \frac{1}{2}m_B.V^2 + m_B\,g(h_1 + h\sin\alpha)$$

$$\frac{1}{2}(m_A + m_B)V^2 = (m_A - m_B\sin\alpha).g.h$$

$$\Rightarrow \quad V^2 = 2 \times \frac{m_A - m_B.\sin\alpha}{(m_A + m_B)}.g.h = 4 \quad \Rightarrow \quad V = 2m/s$$

b) Quãng đường vật B tiếp tục đi lên :

Khi vật A chạm đất, vật B do quán tính vẫn tiếp tục chuyển động chậm dần (do thành phần $P_B.\sin\alpha$ kéo xuống) nên sau đó vật B sẽ dừng lại.

- Cơ năng vật B lúc vật A dừng : $m_Bgh_2 + \frac{1}{2}m_B.V^2$

- Cơ năng vật B lúc dừng : m_Bgh_3

- Do không ma sát nên : $m_B.g.h_2 + \frac{1}{2}m_B.V^2 = m_B.gh_3$

$$\Rightarrow \quad m_Bg(h_3 - h_2) = \frac{1}{2}m_B.V^2$$

$$\Rightarrow \quad (h_3 - h_2) = \frac{V^2}{2g} = 0{,}2m$$

Với : $h_3 - h_2 = l\sin\alpha$ nên $l\sin\alpha = 0{,}2$ $\Rightarrow$ $l = 0{,}4m$.

VẬN TỐC CỦA CON LẮC ĐƠN

295 Con lắc đơn gồm một vật nhỏ khối lượng m được treo bằng dây có chiều dài l vào một điểm cố định. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng đến vị trí hợp với phương thẳng đứng góc α_o rồi thả không vận tốc đầu.

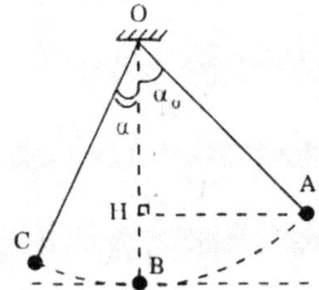
a) Viết biểu thức thế năng của vật tại chỗ thả.

b) Sau khi thả, vật chuyển động đến vị trí mà dây treo hợp với phương thẳng đứng góc α. Tính vận tốc của vật tại vị trí này.

c) Vận tốc cực đại ở vị trí nào ? Tính vận tốc cực đại đó.

Biết rằng dây không dãn và khối lượng không đáng kể.

Giải



Chọn mốc độ cao tại vị trí cân bằng B.

a) Thế năng của vật tại chỗ thả :

$$W_{tA} = mgh_A$$

Với $h_A = HB = OB.OH = l - l\cos\alpha_o = l(1 - \cos\alpha_o)$

nên : $W_{tA} = mgl(1 - \cos\alpha_o)$

b) Vận tốc của vật tại C :

- Tương tự như tại A, thế năng tại C : $W_{tc} = mgl(1 - \cos\alpha)$
- Định luật bảo toàn cơ năng :

$$W_A = W_C$$

$$mgl(1 - \cos\alpha_o) = mgl(1 - \cos\alpha) + \frac{1}{2}mV^2$$

$$\Rightarrow \quad V^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_o)$$

$$V = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_o)}$$

c) Vị trí mà vật có vận tốc cực đại :

V : max $\Leftrightarrow$ $\cos\alpha = 1$ $\Leftrightarrow$ $\alpha = 0$: đó là vị trí cân bằng B.

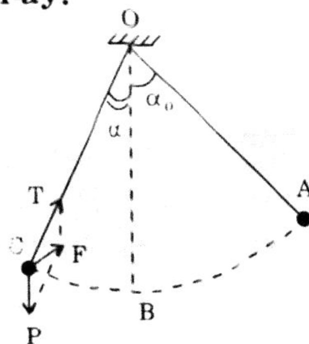
Lúc đó : $V_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_o)}$.

SỨC CĂNG CỦA CON LẮC ĐƠN

296 **Một con lắc đơn gồm sợi dây mảnh không dãn, một đầu gắn vật nhỏ khối lượng m, đầu kia cột vào điểm cố định O. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng góc α_o rồi thả cho chuyển động.**

a) Tính sức căng dây khi vật qua vị trí mà dây treo hợp với phương thẳng đứng góc α.

b) Sức căng cực đại ở vị trí nào ? Tính sức căng cực đại ấy.



Giải

a) Sức căng dây T :

- 2 lực tác dụng vào vật : $\vec{P}$, $\vec{T}$
- Hợp lực : $\vec{F} = \vec{P} + \vec{T}$
- Chiếu các lực xuống OC (chiều dương từ C → O)

thì hình chiếu của hợp lực $\vec{F}$ hướng về tâm O nên có giá trị là $m\dfrac{V_c^2}{l}$,

do đó :

$$m\frac{V_c^2}{l} = -P\cos\alpha + T \quad \Rightarrow \quad T = m\frac{V_c^2}{l} + mg\cos\alpha$$

Với : $\dfrac{V_c^2}{l} = 2g(\cos\alpha - \cos\alpha_o)$ nên $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_o)$

b) Vị trí con lắc để có T_{max} :

T : max ⇔ $\cos\alpha = 1$ ⇔ $\alpha = 0$: vị trí cân bằng B.

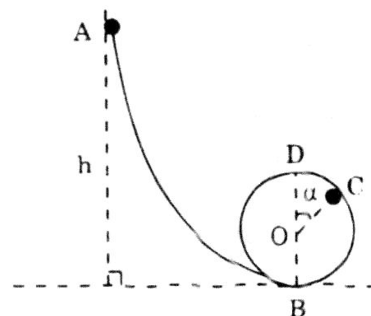
Lúc đó : $T_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_o)$.

CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT TRÊN MÁNG NGHIÊNG VÀ VÀNH TRÒN

297 **Một vật nhỏ được thả không vận tốc đầu từ độ cao H trên một máng nghiêng, còn đầu kia của máng được uốn cong thành hình tròn bán kính R nằm trong mặt phẳng thẳng đứng chứa phần máng nghiêng. Bỏ qua ma sát giữa vật và máng nghiêng. Gọi C là vị trí trên vành mà vật đi qua với $\widehat{DOC} = \alpha$ (Hình vẽ). Tính :**

a) Vận tốc của vật tại C.

b) Áp lực của vật lên vành tại C.



Giải

a) Vận tốc của vật tại C :

Vì không có ma sát nên : $W_A = W_C$

$$mgH = mg(R + R\cos\alpha) + \frac{1}{2}mV^2$$

$$\Rightarrow \quad V^2 = 2g\,[H - R(1 + \cos\alpha)] \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{2g[H - R(1 + \cos\alpha)]}$$

b) Áp lực của vật lên vành :

- Hai lực tác dụng lên vật : $\vec{N}$, $\vec{P}$
- Hợp lực : $\vec{F} = \vec{P} + \vec{N}$
- Chiếu các vectơ này lên bán kính OC (chiều dương từ C → 0) thì hình chiếu của hợp lực $\vec{F}$ hướng tâm về O nên có giá trị là $m\frac{V^2}{R}$, do đó :

$$m\frac{V^2}{R} = P\cos\alpha + N \quad \Rightarrow \quad N = m\frac{V^2}{R} - mg\cos\alpha$$

Với $\frac{V^2}{R} = \frac{2g}{R}[H - R(1 + \cos\alpha)]$

Kết quả : $N = mg\left(\frac{2H}{R} - 2 - 3\cos\alpha\right)$

Đó cũng là độ lớn của áp lực của vật lên vành.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

298 Một hòn đá được ném đi với một vận tốc V_0 = 10m/s theo phương xiên góc ở độ cao h = 5m. Bỏ qua sức cản không khí. Hãy tính vận tốc của vật khi chạm đất. Lấy g = 10m/s^2.

Hướng dẫn

Chọn mốc độ cao tại mặt đất :

$$\frac{1}{2}mV^2 = mgh_0 + \frac{1}{2}mV_0^2 \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{V_0^2 + 2gh} \approx 14{,}14\text{m/s}.$$

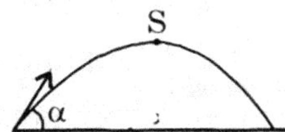
299 Một vật được ném xiên góc α = 30^0 so với phương ngang (Hình vẽ).

a) So sánh thế năng và động năng tại điểm vật lên cao nhất.

b) Để thế năng và động năng tại điểm cao nhất bằng nhau thì α bằng bao nhiêu ?

Hướng dẫn

Tại điểm cao nhất S : $\begin{cases} V = V_0\cos\alpha \\ H_{max} = \dfrac{(V_0\sin\alpha)^2}{2g} \end{cases}$



(Xem §7, loại 3 : Chuyển động ném xiên)

- $W_đ = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}mV_0^2\cos^2\alpha$; $W_t = mgH_{max} = \frac{1}{2}mV_0^2\sin^2\alpha$

$\frac{W_đ}{W_t} = (\cotg\alpha)^2$

a) Với $\alpha = 30^0$ $\Rightarrow$ $W_đ = 3W_t$

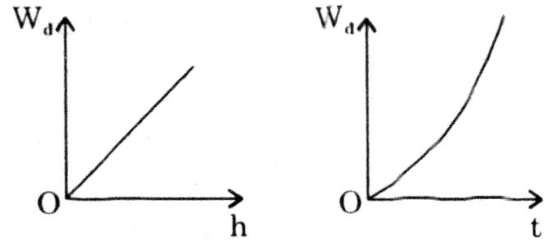
b) $W_đ = W_t$ $\Rightarrow$ $\alpha = 45^0$.

300 Vẽ dạng đồ thị của động năng $W_đ$ theo quãng đường h và thời gian t của vật rơi tự do.

Hướng dẫn

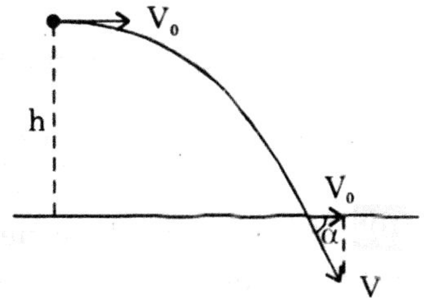
$$W_đ = \frac{1}{2}mV^2 \quad \text{với} \begin{cases} V^2 = 2gh \\ V = gt \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad W_đ = mgh = \frac{1}{2}mg^2t^2.$$



301 Một vật được ném ngang ở độ cao h = 8,75m với vận tốc V_0 = 25m/s. Lấy g = 10m/s^2. Tính vận tốc của vật lúc chạm đất (độ lớn và phương).

Hướng dẫn



- $\frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}mV_0^2 + mgh$;

$V = \sqrt{V_0^2 + 2gh} = 20\text{m/s}$

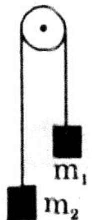
- $\cos\alpha = \frac{V_0}{V} = 0,75$ $\Rightarrow$ $\alpha = 41^030'$.

302 Hai vật có khối lượng m_1 = 3kg và m_2 = 2kg được nối với nhau bằng dây không dãn qua ròng rọc như hình vẽ. Lúc đầu hệ đứng yên, sau đó thả cho chuyển động.

a) Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để tính vận tốc của mỗi vật khi đi được 1m.

b) Tính sức căng dây.

Bỏ qua khối lượng dây nối và ròng rọc. Lấy g = 10m/s^2.



Hướng dẫn

a) • Lấy vị trí ban đầu của mỗi vật làm mốc thế năng cho vật ấy.

+ Thế năng lúc đầu : 0

+ Thế năng hệ lúc sau : $-m_1gh + m_2gh$

+ Động năng lúc đầu : 0

+ Động năng lúc sau : $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2$

- Định luật bảo toàn cơ năng :

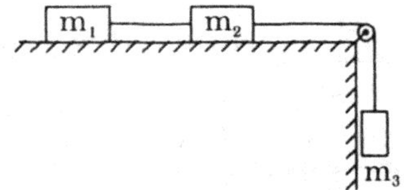
$$(-m_1 + m_2)gh + \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = 0$$

$$\Rightarrow \quad V^2 = 2\frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2} \times h \qquad (*) \qquad \Rightarrow \qquad V = 2m/s.$$

b) • (*) có dạng $V^2 = 2ah$ nên $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}g = 2m/s^2$

- $T = m_1(g - a) = 24N$.

303 Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để tính gia tốc chuyển động của hệ vật như hình vẽ và sức căng các dây nối. Bỏ qua ma sát.



Hướng dẫn

- Khi mỗi vật dịch đi khoảng x, ta có :

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m_3)V^2 - m_3gx = 0 \quad \Rightarrow \quad V^2 = 2\frac{m_3g}{m_1 + m_2 + m_3}x$$

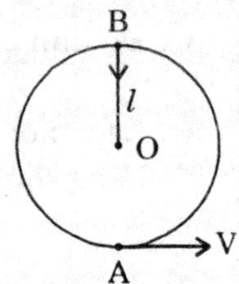
- Gia tốc : $a = \frac{m_3g}{m_1 + m_2 + m_3}$

- Lực căng $T_{12} = m_1a = \frac{m_1m_3g}{m_1 + m_2 + m_3}$

và : $m_3g - T_{23} = m_3a \quad \Rightarrow \quad T_{23} = \frac{m_3(m_1 + m_2)}{m_1 + m_2 + m_3}g$.

304 Ở đầu một sợi dây không dãn có chiều dài l có gắn một vật nặng. Hỏi tại điểm thấp nhất A phải truyền cho vật một vận tốc bằng bao nhiêu để nó có thể chuyển động tròn trong mặt phẳng thẳng đứng qua O (Hình vẽ).

Hướng dẫn

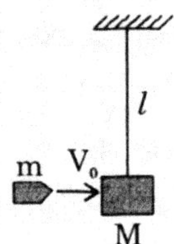


- Tại B : $m\frac{V_B^2}{l} = mg + T \geq mg \quad \Rightarrow \quad V_B^2 \geq gl$

- $\frac{1}{2}mV_A^2 = \frac{1}{2}mV_B^2 + mg.2l \quad \Rightarrow \quad V_B^2 = V_A^2 - 4gl \geq gl$

$$\Rightarrow \quad V_A = \sqrt{5g.l}\,.$$

305 Để đo vận tốc của viên đạn, ta dùng con lắc thử đạn. Đó là một bao cát có khối lượng M treo ở đầu một sợi dây dài l (Hình vẽ). Viên đạn khối lượng m có vận tốc V_0 chui vào bao cát và sẽ nằm yên. Sau đó bao cát cùng viên đạn sẽ lệch khỏi vị trí cân bằng và dây treo sẽ lệch với phương thẳng đứng góc α. Tính vận tốc của viên đạn.



Áp dụng số : M = 10kg; m = 100g; l = 1m; $\alpha = 60^0$.

Hướng dẫn

- Định luật bảo toàn cơ năng :

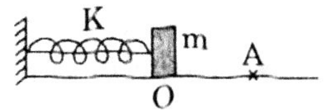
$$\frac{1}{2}(M + m)V^2 = (M + m)g.l\,(1 - \cos\alpha) \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)}$$

- Định luật bảo toàn động lượng :

$$mV_0 = (M + m)V \quad \Rightarrow \quad V_0 = \frac{M + m}{m}\sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)} \approx 320\text{m/s}.$$

306 Một lò xo có độ cứng K = 100N/m và vật nặng m = 100g được nối với nhau như hình vẽ. Lúc vật ở O lò xo chưa biến dạng. Kéo dãn lò xo cho vật đến A với OA = 10cm rồi truyền cho vận tốc V_0 = 2m/s.

Tính vận tốc sau khi vật qua O.



Hướng dẫn

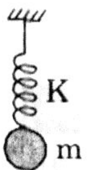
W (ở O) = W (ở A)

$$\frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}mV_0^2 + \frac{1}{2}Kx^2 \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{V_0^2 + \frac{k}{m}.x^2} \approx 3{,}74\text{m/s}.$$

307 Một quả cầu khối lượng m = 100g treo vào lò xo có độ cứng K = 100N/m. Lấy g = 10m/s^2.

a) Tính độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng.

b) Kéo vật theo phương thẳng đứng xuống dưới vị trí cân bằng khoảng x = 2cm rồi thả không vận tốc đầu. Tính vận tốc của vật khi nó đi qua vị trí cân bằng.



Hướng dẫn

- Độ dãn : $\Delta l = \dfrac{mg}{k} = 1\text{cm}$

- Lấy mốc thế năng trọng lực tại vị trí cân bằng của vật, còn mốc thế năng đàn hồi tại đầu lò xo chưa biến dạng thì :

$$mg(-x) + \frac{1}{2}K(\Delta l + x)^2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}K(\Delta l)^2$$

$$\Rightarrow \quad -mgx + K\Delta l.x + \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}mV^2$$

Và chú ý : $mg = K.\Delta l \quad \Rightarrow \quad -mgx + K.\Delta l.x = 0$

nên $V = \sqrt{\dfrac{k}{m}}.x \approx 0{,}63\text{m/s}.$

§17. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

I. Định luật bảo toàn năng lượng

Trong một hệ kín có sự chuyển hóa của năng lượng từ dạng này sang dạng khác, từ vật này sang vật khác nhưng năng lượng tổng cộng được bảo toàn :

$$\boxed{E_1 = E_2}$$

II. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng cho vật chịu tác dụng của lực ma sát

Cơ năng của vật giảm đi bằng độ lớn của công ma sát :

$$\boxed{W_1 - W_2 = |A_{ms}|}$$

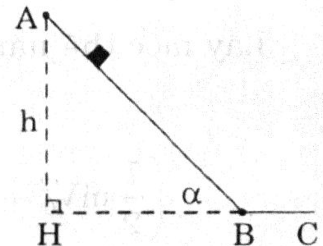
III. Hiệu suất của máy

$$\boxed{H = \frac{E_r}{E_v} < 1}$$

Với $\begin{cases} E_r : \text{Năng lượng đi ra khỏi máy} \\ E_v : \text{Năng lượng đi vào máy} \end{cases}$

VẬT TRƯỢT TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

308 Một vật trượt từ đỉnh của mặt phẳng nghiêng AB, sau đó tiếp tục trượt trên mặt phẳng nằm ngang BC như hình vẽ với AH = h = 0,1m, BH = a = 0,6m. Hệ số ma sát trượt giữa vật và hai mặt phẳng là μ = 0,1. Lấy g = 10m/s².



a) Tính vận tốc của vật khi đến B.

b) Quãng đường vật trượt được trên mặt phẳng ngang.

Giải

a) Vận tốc tại B :

Lấy mốc thế năng tại B :

Cơ năng vật đã giảm khi đi từ A → B bằng độ lớn công ma sát trên đoạn đường này.

$$W_A - W_B = |A_{ms}|$$

Với $\begin{cases} W_A = mgh \\ W_B = \frac{1}{2}mV_B^2 \\ |A_{ms}| = f_{ms}.AB = \mu mg\underbrace{\cos\alpha.AB}_{a} = \mu mga \end{cases}$

nên : $mgh - \frac{1}{2}mV_B^2 = \mu mga$

$$\Rightarrow \quad V_B^2 = 2g(h - \mu a) = 2.10(0,1 - 0,1.0,6) = 0,8$$

$$\Rightarrow \quad V_B \approx 0,89m/s$$

b) Quãng đường vật trượt được trên mặt phẳng ngang :

Cơ năng vật đã giảm trên đoạn đường BC bằng độ lớn công ma sát trên đoạn đường này :

$$W_B - W_C = |A'_{ms}|$$

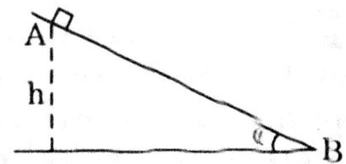
$$\frac{1}{2}mV_B^2 - 0 = \mu mgS \quad \Rightarrow \quad S = \frac{V_B^2}{2\mu g} = \frac{0,8}{2.0,1.10} = 0,4m.$$

ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG ĐỂ TÌM CÔNG THỨC TÍNH GIA TỐC CỦA VẬT TRƯỢT TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

309 Một vật trượt trên mặt phẳng nghiêng góc α so với phương ngang. Biết hệ số ma sát trượt là μ. Tính gia tốc của vật bằng cách áp dụng định luật bảo toàn năng lượng.

Giải

Coi vật trượt từ A → B.



Lấy mốc thế năng tại B. Ta có :

$$W_A - W_B = |A_{ms}|$$

$$\left(\frac{1}{2}mV_0^2 + mgh\right) - \frac{1}{2}mV^2 = \mu mg\cos\alpha.AB$$

$$V^2 - V_0^2 = 2g(h - \mu AB\cos\alpha) = 2g(AB.\sin\alpha - \mu AB.\cos\alpha)$$

$$= 2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha).AB \quad (*)$$

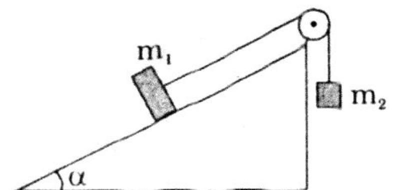
Đặt $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = const$ thì (*) $\Rightarrow V^2 - V_0^2 = 2a.AB$

Vậy a chính là gia tốc của vật trượt trên mặt phẳng nghiêng

$$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha).$$

ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG CHO HỆ HAI VẬT

310 Hai vật có khối lượng $m_1 = 150g$ và $m_2 = 100g$ được nối với nhau bằng dây không dãn như hình vẽ, lúc đầu hai vật đứng yên. Khi thả ra, vật m_2 chuyển động được h = 1m thì vận tốc của nó là bao nhiêu ? Lấy $g = 10m/s^2$.



Biết vật m_1 trượt trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^0$ so với phương nằm ngang với hệ số ma sát trượt là $\mu = 0,1$.

Giải

- Vì $m_2g > m_1g\sin\alpha$ nên khi thả ra, vật m_2 chạy xuống và m_1 chạy lên trên mặt phẳng nghiêng.
- Chọn mốc thế năng là vị trí ban đầu của mỗi vật.
- Cơ năng của 2 vật lúc đầu : $W_1 = 0$
- Khi vật m_2 thả xuống được h = 1m thì m_1 đi lên cao thêm $h\sin\alpha$ nên cơ năng của 2 vật lúc đó :

$$W_2 = (-m_2gh + m_1gh.\sin\alpha) + \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2$$

- Công ma sát do m_1 trượt khoảng h trên mặt phẳng nghiêng :

$$|A_{ms}| = \mu m_1g.\cos\alpha.h$$

- Độ giảm cơ năng của 2 vật bằng độ lớn của công ma sát :

$$W_1 - W_2 = |A_{ms}|$$

$$0 - \left[(-m_2 + m_1\sin\alpha)gh + \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2\right] = \mu m_1g.\cos\alpha.h$$

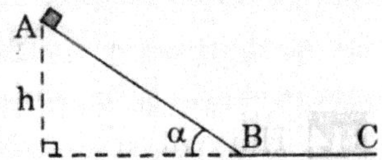
$$\Rightarrow \quad V^2 = 2gh\frac{-\mu m_1\cos\alpha + m_2 - m_1\sin\alpha}{m_1 + m_2}$$

$$= 2.10.1\frac{-0,1.0,15.\frac{\sqrt{3}}{2} + 0,1 - 0,15.\frac{1}{2}}{0,25} = 0,9608$$

$$\Rightarrow \quad V \approx 0,98m/s.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

311 Mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang góc α, tiếp theo là mặt phẳng nằm ngang (Hình vẽ). Một vật bắt đầu trượt không vận tốc từ đỉnh A của mặt phẳng nghiêng với độ cao AH = h và sau đó tiếp tục trượt trên mặt phẳng ngang khoảng BC = x rồi dừng lại.



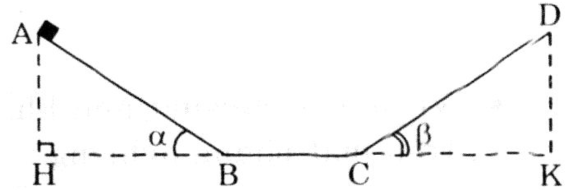
Tính x biết hệ số ma sát giữa vật với 2 mặt phẳng đều là μ.

Hướng dẫn

$$mgh = \mu mg\cos\alpha.S + \mu mg.x \quad \Rightarrow \quad x = \frac{h}{\mu} - S\cos\alpha \quad \text{với} \quad S = \frac{h}{\sin\alpha}$$

$$x = h\left(\frac{1}{\mu} - \frac{1}{tg\alpha}\right).$$

312 Một vật trượt không vận tốc đầu từ A trên mặt phẳng nghiêng góc α, sau đó trượt tiếp trên mặt phẳng nằm ngang và mặt phẳng nghiêng góc β như hình vẽ.



Biết AH = H; BC = S và hệ số ma sát trượt giữa vật và 3 mặt phẳng đều bằng μ. Tính độ cao DK = h mà vật lên tới được.

Hướng dẫn

- $W_A = mgH$; $W_D = mgh$
- $|A_{ms}| = \mu mg\cos\alpha.AB + \mu mgBC + \mu mg\cos\beta.CD$

$$= mg\mu\left(\cos\alpha.\frac{H}{\sin\alpha} + BC + \cos\beta.\frac{h}{\sin\beta}\right)$$

- $W_A - W_D = |A_{ms}| \quad \Rightarrow \quad h = \dfrac{H(1 - \mu\cot g\alpha) - \mu s}{1 + \mu\cot g\beta}$.

313 Một búa máy có khối lượng m_1 = 100kg rơi từ độ cao h = 5m (so với đầu cọc) để đóng một cọc có khối lượng m_2 = 200kg. Mỗi lần búa đóng lên cọc thì búa và cọc cùng chuyển động với cùng vận tốc và cọc lún xuống được S = 5cm. Tính lực cản của đất. Lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

- Vận tốc búa trước khi chạm cọc : $V = \sqrt{2gh} = 10m/s$
- V' là vận tốc búa và cọc sau khi va chạm thì :

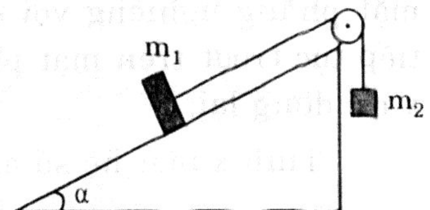
$$m_1V = (m_1 + m_2)V' \quad \Rightarrow \quad V' = \frac{m_1}{m_1 + m_2}.V = \frac{10}{3}m/s$$

- Chọn mốc thế năng là vị trí cọc dừng thì :

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V'^2 + (m_1 + m_2)g.S = F_c.S$$

$$F_c = \frac{(m_1 + m_2)V_2'}{2S} + (m_1 + m_2)g \approx 36333\ (N)$$

314 Hai vật m_1 = 800g và m_2 = 600g nối với nhau bằng dây không dãn như hình vẽ. Lúc đầu hệ đứng yên. Thả cho hệ chuyển động, khi m_2 chạy được h = 0,5m thì nó có vận tốc V = 1m/s. Biết vật m_1 trượt có ma sát trên mặt phẳng nghiêng góc α = 30°. Lấy $g = 10m/s^2$.



Tính hệ số ma sát μ giữa vật và mặt phẳng nghiêng.

ĐS : $\mu = \dfrac{(m_2 - m_1\sin\alpha)gh - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2}{m_1.g.\cos\alpha.h} \approx 0{,}0433.$

315 Một búa máy có khối lượng m = 300kg rơi từ độ cao h = 3m và đóng vào cọc, làm cọc ngập thêm vào đất S = 7cm. Lực đóng cọc trung bình lên đất là $F = 10^5$N. Tính hiệu suất của búa. Lấy $g = 10m/s^2$.

ĐS : $H = \frac{A_{ra}}{A_{vào}} = \frac{F.S}{mgh} \approx 77,7\%$.

§18. ỨNG DỤNG HAI ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN TRONG SỰ VA CHẠM

I. Va chạm đàn hồi

- Va chạm đàn hồi của hai vật là va chạm trong đó tổng động năng được bảo toàn.
- Trong sự va chạm đàn hồi ta viết hai định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn động năng.

$$\begin{cases} m_1 \vec{V_1} + m_2 \vec{V_2} = m_1 \vec{V_1'} + m_2 \vec{V_2'} \\ \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 V_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2'^2 \end{cases}$$

II. Va chạm mềm

- Va chạm mềm của hai vật là va chạm mà sau va chạm hai vật dính vào nhau, làm một phần động năng biến thành nhiệt.
- Trong va chạm mềm, ta chỉ cần sử dụng định luật bảo toàn động lượng

$$m_1 \vec{V_1} + m_2 \vec{V_2} = (m_1 + m_2) \vec{V}$$

III. Va chạm đàn hồi trực diện (hay xuyên tâm)

- Va chạm đàn hồi trực diện (hay xuyên tâm) là va chạm đàn hồi mà các tâm của 2 vật chuyển động trên cùng một đường thẳng.
- Biểu thức : $\begin{cases} m_1 V_{1x} + m_2 V_{2x} = m_1 V_{1x}' + m_2 V_{2x}' \\ \frac{1}{2} m_1 V_{1x}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2x}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1x}'^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2x}'^2 \end{cases}$

VA CHẠM ĐÀN HỒI VÀ TRỰC DIỆN

316 **Một quả cầu có khối lượng m_1 = 100g và vận tốc V_1 = 24m/s va chạm vào quả cầu thứ hai có khối lượng m_2 = 200g và vận tốc V_2 = 12m/s. Va chạm là đàn hồi và trực diện. Tính các vận tốc sau va chạm trong hai trường hợp :**

a) Chạy ngược chiều nhau.

b) Chạy cùng chiều nhau.

c) Chứng minh rằng, vận tốc tương đối của hai vật vẫn nguyên giá trị tuyệt đối nhưng đổi chiều.

Giải

- Vì va chạm trực diện nên : $m_1V_{1x} + m_2V_{2x} = m_1V'_{1x} + m_2V'_{2x}$

$$\Rightarrow \quad m_1(V_{1x} - V'_{1x}) = m_2(V'_{2x} - V_{2x}) \qquad (1)$$

- Vì va chạm đàn hồi nên :

$$\frac{1}{2}m_1V_{1x}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2x}^2 = \frac{1}{2}m_1V'^2_{1x} + \frac{1}{2}m_2V'^2_{2x}$$

$$\Rightarrow \quad m_1\left(V_{1x}^2 - V'^2_{1x}\right) = m_2\left(V'^2_{2x} - V_{2x}^2\right) \qquad (2)$$

(2) chia cho (1) vế theo vế : $\dfrac{V_{1x}^2 - V'^2_{1x}}{V_{1x} - V'_{1x}} = \dfrac{V'^2_{2x} - V_{2x}^2}{V'_{2x} - V_{2x}}$

Khi hai vật tương tác thì : $V_{1x} \neq V'_{1x}$; $V_{2x} \neq V'_{2x}$ nên :

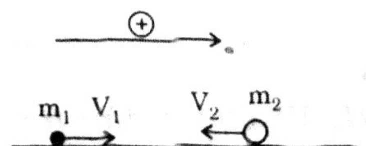
$$V_{1x} + V'_{1x} = V'_{2x} + V_{2x} \quad \Rightarrow \quad V'_{2x} = V_{1x} + V'_{1x} - V_{2x}$$

Thế giá trị của V'_{2x} vào (1), ta tính được :

$$V'_{1x} = \frac{(m_1 - m_2)V_{1x} + 2m_2V_{2x}}{m_1 + m_2} \qquad (3)$$

$$V'_{2x} = \frac{(m_2 - m_1)V_{2x} + 2m_1V_{1x}}{m_1 + m_2} \qquad (4)$$

a) Hai vật chạy ngược chiều :



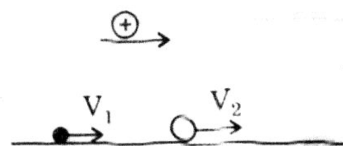
Với chiều dương là chiều của $\vec{V_1}$ thì :

$V_{1x} = 24$m/s; $V_{2x} = -12$m/s

$$(3) \Rightarrow \quad V'_{1x} = \frac{(100 - 200) \times 24 + 2.200(-12)}{100 + 200} = -24\text{m/s}$$

$$(4) \Rightarrow \quad V'_{2x} = \frac{(200 - 100)(-12) + 2.100.24}{100 + 200} = 12\text{m/s}$$

b) Hai vật chạy cùng chiều :



Với chiều dương là chiều của $\vec{V_1}$ thì :

$V_{1x} = 24$m/s; $V_{2x} = 12$m/s.

$$(3) \Rightarrow \quad V'_{1x} = \frac{(100 - 200) \times 24 + 2.200(12)}{100 + 200} = 8\text{m/s}$$

(4) ⇒ $V'_{2x} = \dfrac{(200-100)(12) + 2.100.24}{100+200} = 20 m/s$

c) Vận tốc tương đối của 2 quả cầu :

Gọi (3) là đất thì phép cộng vận tốc là :

$$\vec{V}_{12} = \vec{V}_{13} + \vec{V}_{32}$$

hay : $V_{12x} = V_{13x} - V_{23x} = V_{1x} - V_{2x}$ (5)

và : $\vec{V}'_{12} = \vec{V}'_{13} + \vec{V}'_{32}$

hay : $V'_{12x} = V'_{13x} - V'_{23x} = V'_{1x} - V'_{2x} = -(V_{1x} - V_{2x})$ (6)

(5) và (6) cho : $V_{12x} = -V'_{12x}$: vận tốc tương đối giữa 2 vật trước và sau va chạm bằng nhau về độ lớn nhưng trái chiều.

VA CHẠM MỀM

317 **Một vật khối lượng m_1 chuyển động với vận tốc V_1 đến va chạm vào vật khác có khối lượng m_2 đang đứng yên. Sau va chạm hai vật dính nhau và cùng chuyển động với vận tốc V'.**

a) Tính V' theo m_1, m_2 và V_1.

b) Chứng tỏ trong va chạm này (va chạm mềm) động năng không được bảo toàn.

c) Tính phần trăm động năng đã chuyển thành nhiệt trong hai trường hợp sau đây và nêu nhận xét :

+ $m_1 = \dfrac{1}{9}m_2$ + $m_1 = 9m_2$.

Giải

a) Tính vận tốc V' :

Định luật bảo toàn động lượng :

$$m_1V_1 = (m_1 + m_2)V' \quad \Rightarrow \quad V' = \frac{m_1}{m_1 + m_2}V_1$$

b) Trong va chạm mềm động năng không được bảo toàn :

- Động năng hệ 2 vật trước va chạm : $W_d = \dfrac{1}{2}m_1 V_1^2$
- Động năng hệ 2 vật sau va chạm :

$$W'_d = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V'^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}V_1\right)^2$$

$$= \frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{m_1^2}{m_1 + m_2}V_1^2$$

$$W'_d = \frac{m_1}{m_1 + m_2}\left(\frac{1}{2}m_1.V_1^2\right) = \frac{m_1}{m_1 + m_2}W_d < W_d$$: Động năng của hệ đã giảm khi va chạm mềm tức động năng không bảo toàn.

c) *Phần trăm động năng đã chuyển thành nhiệt :*

Theo định luật bảo toàn năng lượng, phần động năng đã giảm đúng bằng nội năng (nhiệt) tỏa ra :

$$Q = W_d - W'_d = \left(1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\right)W_d = \frac{m_2}{m_1 + m_2}W_d$$

$$\Rightarrow \quad H = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

* Với $m_1 = \frac{1}{9}m_2$ thì : $H_1 = \dfrac{m_2}{\frac{1}{9}m_2 + m_2} = 90\%$

* Với $m_1 = 9m_2$ thì : $H_2 = \dfrac{m_2}{9m_2 + m_2} = 10\%$

* *Nhận xét :*

- Để có nhiệt tỏa ra lớn thì khối lượng vật đứng yên (m_2) phải lớn so với m_1. Đó là trường hợp búa đập xuống đe.
- Để có nhiệt tỏa ra không đáng kể thì khối lượng vật đứng yên (m_2) phải nhỏ so với m_1. Đó là trường hợp búa đóng đinh.

VA CHẠM ĐÀN HỒI, XIÊN CỦA 2 QUẢ CẦU GIỐNG NHAU, MỘT QUẢ CẦU BAN ĐẦU ĐỨNG YÊN

318 Hai quả cầu giống nhau. Một quả cầu chuyển động đến va chạm đàn hồi vào quả cầu kia đang đứng yên nhưng lệch về một phía (va chạm đàn hồi không xuyên tâm). Tìm góc hợp bởi phương chuyển động của hai quả cầu sau va chạm.

Giải

- Có : $m\vec{V_1} = m\vec{V'_1} + m\vec{V'_2} \quad \Rightarrow \quad \vec{V_1} = \vec{V'_1} + \vec{V'_2}$

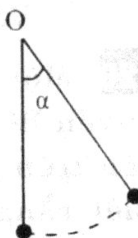
  Biểu thức này chứng tỏ $\vec{V_1}$ là đường chéo của hình bình hành có 2 cạnh là $\vec{V'_1}$ và $\vec{V'_2}$

- Vì va chạm đàn hồi nên : $\frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}mV'^2_1 + \frac{1}{2}mV'^2_2$

$$V_1^2 = V'^2_1 + V'^2_2$$

Biểu thức này chứng tỏ hình bình hành trên là hình chữ nhật tức $\vec{V_1'} \perp \vec{V_2'}$. Vậy sau va chạm hai quả cầu có phương chuyển động hợp nhau góc 90^0.

VA CHẠM MỀM CỦA 2 QUẢ CẦU GIỐNG HỆT NHAU

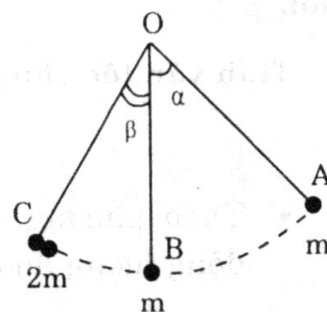


319 **Hai quả cầu bằng nhựa cùng khối lượng được treo bằng 2 dây chiều dài l vào điểm O như hình vẽ. Một quả được kéo cho dây treo hợp góc $\alpha = 60^o$ với đường thẳng đứng đi qua O rồi thả nhẹ nhàng. Nó đến va chạm với quả đứng yên, hai quả dính vào nhau và cùng chuyển động. Tính :**

a) Góc β lớn nhất mà dây treo hợp với phương thẳng đứng sau khi 2 vật dính vào nhau.

b) Phần trăm động năng đã chuyển thành nhiệt.

Giải



a) Góc β lớn nhất :

Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng B :

- Trước va chạm : $E_A = E_B$

$$mgh_A = \frac{1}{2}mV^2$$

$$mgl\,(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2}mV^2 \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)} = \sqrt{g.l}$$

- Sau va chạm : $mV = 2m.V'$

$$V' = \frac{V}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{g.l}$$

Và : $E_B' = E_C'$

$$\frac{1}{2}(2m).V'^2 = (2m).g.h_c \quad \Rightarrow \quad h_c = \frac{V'^2}{2g} = \frac{\left(\frac{1}{2}\sqrt{g.l}\right)^2}{2g} = \frac{l}{8}$$

với : $h_c = l(1 - \cos\beta)$ nên $\frac{l}{8} = l(1 - \cos\beta)$

$$\Rightarrow \quad \cos\beta = \frac{7}{8} = 0{,}875 \quad \Rightarrow \quad \beta \approx 29^o.$$

b) Phần trăm động năng đã chuyển thành nhiệt :

- Động năng 2 quả cầu trước va chạm và sau va chạm : $W_d = \frac{1}{2}mV^2$

$$W_d' = \frac{1}{2}(2m)V'^2 = \frac{1}{2}.2m\left(\frac{V}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}mV^2$$

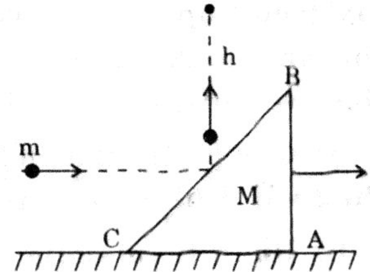
- Phần động năng đã chuyển thành nhiệt :

$$Q = W_d - W_d' = \frac{1}{4}mV^2 = \frac{1}{2}W_d$$

- Tỉ lệ : $H = \frac{Q}{W_d} = 50\%$.

VA CHẠM XIÊN VÀ ĐÀN HỒI CỦA VIÊN BI VÀO MẶT PHẲNG

320 **Một viên bi khối lượng m bắn ngang vào cạnh huyền BC của một cái nêm khối lượng M đang nằm yên trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang như hình vẽ. Biết rằng sau va chạm nêm sẽ chuyển động trên mặt ngang, còn bi sẽ nẩy thẳng đứng lên với độ cao tối đa là h = 2m. Coi va chạm giữa bi và nêm là đàn hồi.**



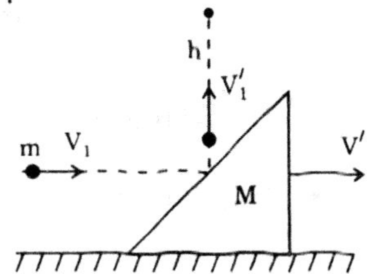
Tính vận tốc chuyển động của nêm, biết $\frac{M}{m} = 10$.

Giải

- Theo phương ngang, hệ "bi + nêm" coi như không có ngoại lực nên động lượng được bảo toàn theo phương nầy, do đó :

$$mV_1 = MV'$$

$$\Rightarrow \quad V_1 = \frac{M}{m}V' \qquad (1)$$



- Với độ cao tối đa là h, vận tốc bi sau va chạm :

$$V_1'^2 = 2gh \qquad (2)$$

- Vì va chạm đàn hồi nên động năng của hệ "bi + nêm" được bảo toàn :

$$\frac{1}{2}m\,V_1^2 = \frac{1}{2}m\,V_1'^2 + \frac{1}{2}MV'^2$$

$$m\,V_1^2 = m\,V_1'^2 + MV'^2 \qquad (3)$$

(1), (2) và (3) cho :

$$m\left(\frac{M}{m}V'\right)^2 = m(2gh) + MV'^2$$

$$\Rightarrow \quad V'^2\left(\frac{M}{m} - 1\right) = 2\frac{m}{M}.gh \quad \Rightarrow \quad V'^2 = \frac{2\frac{m}{M}.gh}{\frac{M}{m} - 1} = \frac{4}{9}$$

$$V' = \frac{2}{3}\text{m/s}.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

321 Một quả cầu khối lượng m_1 = 150g chuyển động với vận tốc V_1 = 10m/s đến va chạm vào quả cầu thứ hai đang đứng yên có khối lượng m_2 = 50g. Xác định vận tốc của hai quả cầu sau va chạm, coi va chạm là đàn hồi và trực diện.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} m_1v_1 = m_1u_1 + m_2u_2 \\ m_1v_1^2 = m_1u_1^2 + m_2u_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_1 = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}V_1 = 5m/s \\ u_2 = \dfrac{2m_1v_1}{m_1 + m_2} = 15m/s \end{cases}$$

322 Một túi cát có khối lượng M = 5kg được treo vào điểm O và ban đầu đứng yên. Người ta bắn theo phương nằm ngang một viên đạn có khối lượng m = 10g vào túi cát với vận tốc V = 400m/s và sau đó đạn nằm yên trong túi cát. Tính :

a) Vận tốc của (túi cát + đạn) sau khi bắn.

b) Phần trăm động năng đã chuyển thành nhiệt.

Hướng dẫn

a) $$V' = \frac{m}{m + M}V \approx 0{,}8m/s$$

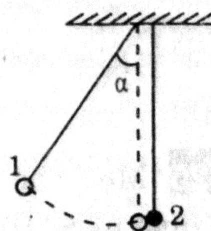
b) $$W_d = \frac{1}{2}mV^2 = 800J$$

$$W_d' = \frac{1}{2}(m + M)V'^2 \approx 1{,}6J$$

$$Q = W_d - W_d' = 198{,}4J$$

$$H = \frac{Q}{W_d} \approx 99{,}8\%.$$

323 Hai quả cầu giống hệt nhau cùng treo bằng hai dây không dãn và cùng chiều dài. Lúc cân bằng hai dây treo thẳng đứng và hai quả cầu tiếp xúc nhau.



Kéo quả cầu (1) lệch với phương thẳng đứng góc α (hình vẽ) rồi thả. Mô tả chuyển động tiếp theo của hai quả cầu coi va chạm là đàn hồi và xuyên tâm.

Hướng dẫn

- Vì $m_1 = m_2 \Rightarrow V_{1x}' = 0;\ V_{2x}' = V_{1x}$

Quả cầu (1) đứng lại và quả cầu (2) chuyển động đi lên với vận tốc quả cầu (1) trước va chạm.

- Có : $m_1 gl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2} m_1 V_{1x}^2$

$$m_2 gl(1 - \cos\beta) = \frac{1}{2} m_2 V'^2_{2x}$$

$\Rightarrow \beta = \alpha$: quả cầu (2) lên cùng độ cao với quả cầu (1) lúc thả.

- Sau đó quả cầu (2) trở lại va chạm vào (1), đứng lại và quả cầu (1) trở lại chỗ thả, ...

324 Có hai quả cầu khối lượng lần lượt $m_1 = 200g$ và $m_2 = 100g$ được treo như hình vẽ bài 323.

Kéo quả cầu (1) lệch khỏi phương thẳng đứng góc $\alpha = 60^o$ rồi thả.

Tính góc lớn nhất mà dây treo mỗi quả cầu hợp với phương thẳng đứng sau khi hai quả cầu va chạm nhau.

Coi va chạm là đàn hồi và xuyên tâm.

Hướng dẫn

- $$V_{1x} = \sqrt{2gl.(1 - \cos\alpha)} = \sqrt{gl}$$

- Vận tốc 2 quả cầu sau va chạm :

$$V'_{1x} = \frac{(m_1 - m_2)V_{1x}}{m_1 + m_2} = \frac{1}{3}\sqrt{gl}$$

$$V'_{2x} = \frac{2m_1 V_{1x}}{m_1 + m_2} = \frac{4}{3}\sqrt{gl}$$

- Định luật bảo toàn cơ năng sau va chạm :

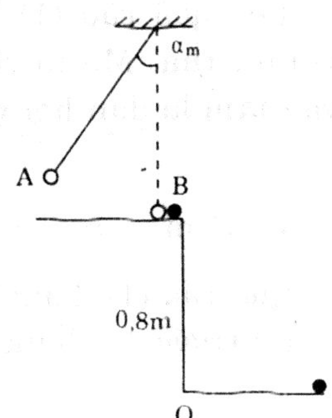
$$\frac{1}{2} m_1 V'^2_{1x} = m_1 gl(1 - \cos\alpha'_1)$$

$$\Rightarrow \quad \cos\alpha'_1 = \frac{17}{18} \quad \Rightarrow \quad \alpha'_1 \approx 19^o$$

và $$\frac{1}{2} m_2 V'^2_{2x} = m_2 gl(1 - \cos\alpha'_2)$$

$$\Rightarrow \quad \cos\alpha'_2 = \frac{1}{9} \quad \Rightarrow \quad \alpha'_2 \approx 84^o.$$

325 Một con lắc đơn gồm một hòn bi A có khối lượng m = 100g treo trên một sợi dây dài l = 1m. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng góc $\alpha_m = 30^o$ rồi thả ra không vận tốc đầu. Bỏ qua mọi lực ma sát và lực cản môi trường.



1. Tìm vận tốc của hòn bi khi qua vị trí cân bằng. Lấy $g = 9,8m/s^2$.

2. Khi đi qua vị trí cân bằng, bi A va chạm đàn hồi và xuyên tâm với một bi B có khối lượng m_1 = 50g đang đứng yên trên mặt bàn.

Tìm vận tốc của 2 hòn bi ngay sau va chạm.

3. Giả sử bàn cao 0,8m so với sàn nhà và bi B nằm ở mép bàn. Xác định chuyển động của bi B. Bi B bay bao lâu thì rơi đến sàn nhà và điểm rơi cách chân bàn O bao nhiêu ?

Hướng dẫn

1. $V_o = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_m)} \approx 1{,}62$m/s

2. $\begin{cases} mV_o = mV_x + m_1U_x \\ \frac{1}{2}mV_o^2 = \frac{1}{2}mV_x^2 + \frac{1}{2}m_1U_x^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1,62 = V_x + 0,5U_x \\ 1,62^2 = V_x^2 + 0,5U_x^2 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} V_x = 0{,}54\text{m/s (loại giá trị } V_x = 1{,}62\text{m/s)} \\ U_x = 2{,}16\text{m/s} \end{cases}$

3. + Chuyển động bi B là chuyển động ném ngang.

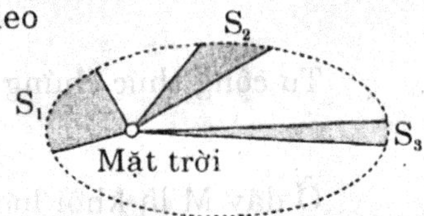
+ $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 0{,}4$s

+ $S = U_x.t = 0{,}864$m.

§19. CÁC ĐỊNH LUẬT KÊPLE. CHUYỂN ĐỘNG CỦA VỆ TINH

I. Các định luật Kêple

Định luật I : Mọi hành tinh đều chuyển động theo các quỹ đạo elip mà mặt trời là một tiêu điểm.



Định luật II : Đoạn thẳng nối mặt trời với một hành tinh bất kì quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian như nhau.

Định luật III : Tỉ số giữa bán kính trục lớn và bình phương chu kì quay là giống nhau cho mọi hành tinh quay quanh mặt trời.

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} = ...$$

II. Vận tốc vũ trụ cấp I

$$V = \sqrt{\frac{G_M}{R_D}} = 7{,}9 \text{ km/s.}$$

326 **Khoảng cách từ hỏa tinh tới mặt trời là R = $2,28.10^8$km. Khối lượng mặt trời là M = 2.10^{30}kg. Tính chu kì quay của sao hỏa xung quanh mặt trời, coi quỹ đạo của sao hỏa là tròn. Lấy G = $6,67.10^{11}\dfrac{N.m^2}{kg^2}$.**

Giải

Lực hấp dẫn của mặt trời lên sao hỏa gây ra gia tốc hướng tâm :

$$a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2}R$$

Định luật II Niutơn :

$$F = m.a = m.\frac{4\pi^2}{T^2}.R$$ với m là khối lượng của sao hỏa

mà $F = G.\dfrac{\mu.m}{R^2}$ với M là khối lượng mặt trời

nên : $G.\dfrac{M.m}{R^2} = m.\dfrac{4\pi^2}{T^2}R \Leftrightarrow \dfrac{R^3}{T^2} = G.\dfrac{M}{4\pi^2}$

hay : $T^2 = \dfrac{4\pi^2.R^3}{G.M} = \dfrac{4(3,14)^2(2,28.10^{11})^3}{6,67.10^{-11}.2.10^{30}} \approx 35.10^{14}$

$\Rightarrow$ T ≈ $5,9.10^7$ (s) = 1,87 (năm).

327 **Một vệ tinh của trái đất, trên quỹ đạo tìm ở độ cao h = 230km trên bề mặt trái đất có chu kì T = 89phút. Tính khối lượng trái đất.**

Lấy G = $6,67.10^{11}\dfrac{N.m^2}{kg^2}$, bán kính trái đất R = $6,37.10^3$km.

Giải

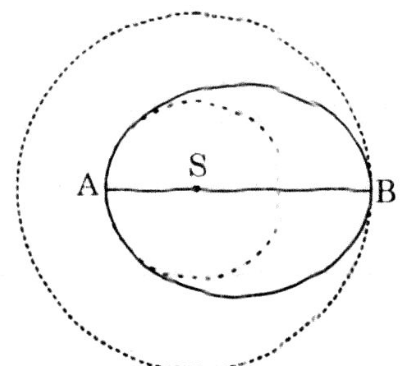
Từ công thức chứng minh ở bài trên : $\dfrac{R^3}{T^2} = G.\dfrac{M}{4\pi^2}$

Ở đây M là khối lượng trái đất : $M = \dfrac{4\pi^2R^3}{GT^2}$

Với R = r + h = $6,37.10^6$ 230.10^3 = $6,6.10^6$ (m)

$$M = \frac{4(3,14)^2(6,6.10^6)^3}{(6,67.10^{-11})(89.60)^2} = 6.10^{24}\text{ (kg)}.$$

328 **Một tàu không gian thực hiện chuyến bay từ trái đất đến sao hỏa (từ A đến B trên hình). Coi quỹ đạo của trái đất và sao hỏa quanh mặt trời là các đường tròn đồng tâm cùng ở trong một mặt phẳng.**



Quỹ đạo của tàu không gian là một elip nhận mặt trời làm một tiêu điểm. Cho biết chu kì của trái đất và sao hỏa quanh mặt trời là 365,25 ngày và 687 ngày. Hãy tính thời gian của chuyến bay.

Giải

Gọi R_1, R_2 là bán kính quỹ đạo trái đất và sao hỏa

T_1, T_2, T_3 lần lượt là chu kì quay của trái đất, sao hỏa và con tàu

a là bán kính trục lớn của quỹ đạo trái đất.

Theo định luật III Kêple :

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{T_2^3} = \frac{T_3^2}{a^3} \quad \text{với} \; a = \frac{AB}{2} = \frac{SA + SB}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

Vậy : $$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} = \frac{T_3^2}{\left(\frac{R_1 + R_2}{2}\right)^3}$$

Từ $$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

Và $$\frac{T_2^2}{R_2^3} = \frac{T_3^2}{\left(\frac{R_1 + R_2}{2}\right)^3} \Rightarrow T_3^2 = \frac{T_2^2}{8} \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{3}\right)^3 = \frac{T_2^2}{8}\left(\frac{R_1}{R_2} + 1\right) \quad (2)$$

(1) và (2) cho :

$$T_3 = \frac{T_2}{2\sqrt{2}}\left[\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{2}{3}} + 1\right]^{\frac{3}{2}} = \frac{687}{2\sqrt{2}}\left[\left(\frac{365,25}{687}\right)^{\frac{2}{3}} + 1\right]^{\frac{3}{2}} \approx 517 \text{ (ngày)}$$

Thời gian chuyến bay : $t = \frac{T_3}{2} = 258,5$ (ngày).

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

329 Sao chổi Halley có chu kì 76 năm, tính bán kính trục lớn của quỹ đạo elip của nó xung quanh mặt trời. Biết khối lượng mặt trời là $M = 1,99.10^{30}$kg, $G = 6,67.10^{-11} \frac{N.m^2}{kg^2}$.

Hướng dẫn

$$a = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} \approx 2,7.10^{12} \text{ (m)}.$$

Chương V **CƠ HỌC CHẤT LỎNG**

Loại 1 : ***ÁP SUẤT THỦY TĨNH – NGUYÊN LÍ PASCAN***

1. Áp suất ở độ sâu h

$$P = P_0 + \rho gh$$

Với : P_0 là áp suất khí quyển ở bề mặt

ρ là khối lượng riêng của chất lỏng

g là gia tốc rơi tự do

h là độ sâu tại vị trí đo áp suất p.

2. Nguyên lí Pax-can

Độ tăng áp suất trên một chất lỏng trung bình kín được truyền nguyên vẹn cho mọi điểm của chất lỏng và của thành bình chứa.

3. Máy ép dùng chất lỏng

Lực tác dụng lên pittông có diện tích A_2 của máy ép :

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1}.F_1$$

Với F_1 là lực tác dụng lên pittông có diện tích A_1.

4. Đơn vị áp suất

– Đơn vị áp suất trong hệ SI là N/m^2 còn gọi là Pax-can (Pa) :

$$1Pa = 1N/m^2$$

– Ngoài ra còn có atmôtphe (atm), milimét thủy ngân (mmHg) còn gọi là Torr :

$$1atm = 1{,}013.10^5Pa = 760mmHg$$

$$1mmHg = 1Torr = 133{,}3Pa.$$

TÌM ĐỘ DỊCH CỦA MỨC THỦY NGÂN TRONG ỐNG CHỮ U KHI ĐỔ THÊM NƯỚC

330 Một ống chữ U hở cả hai đầu có tiết diện hai nhánh bằng nhau chứa thủy ngân (Hg). Đổ vào nhánh bên trái một lượng nước có độ cao h = 27,2cm. Hỏi bề mặt thủy ngân ở nhánh bên phải đã dịch đi bao nhiêu so với mức ban đầu. Cho biết khối lượng riêng của nước và thủy ngân lần lượt là :

$$\rho_n = 1g/cm^3,\ \rho_{Hg} = 13{,}6g/cm^3.$$

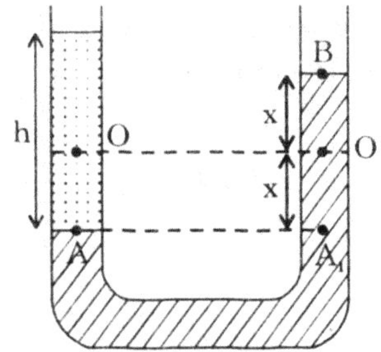
Giải

Trên hình vẽ O là mức Hg lúc đầu, sau đó dịch xuống A (bên trái) và lên B (bên phải).

Đặt OB = x.

- Sau khi đổ nước vào thì thể tích Hg dịch đi bên hai nhánh bằng nhau nên : $S_1.OA = S_2.x$

Vì $S_1 = S_2 \Rightarrow OA = x$



- Lấy điểm A_1 cùng nằm ngang với A thì :

$$P_A = P_{A_1}$$

$$P_0 + \rho_n.g.h = P_0 + \rho_{Hg}.g.2x$$

Với P_0 là áp suất khí quyển ở bề mặt hai nhánh.

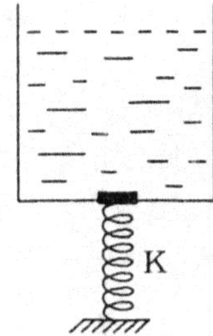
Vậy : $x = \dfrac{\rho_n}{\rho_{Hg}}.\dfrac{h}{2} = \dfrac{1}{13,6}.\dfrac{27,2}{2} = 1$ (cm)

Vậy bề mặt Hg bên nhánh phải đã dịch lên 1cm so với mức cũ.

TÍNH ĐỘ CAO LỚP NƯỚC TRONG THÙNG ĐỂ NẮP KHÔNG BỊ BẬT RA

331 **Dưới đáy một thùng có một lỗ tròn đường kính 4cm được đậy bằng chiếc nắp và được giữ bằng một lò xo có độ cứng K = 200N/m đang bị nén lại một đoạn x = 5cm (Hình vẽ).**

Để nắp không bị bật ra thì độ cao lớp nước trong thùng tối đa là bao nhiêu ? Biết khối lượng riêng của nước là $\rho = 1000kg/m^3$. Lấy $g = 10m/s^2$ và bỏ qua ma sát giữa nắp với đáy thùng.



Giải

- Lực tác dụng của lò xo lên nắp :

$$F_1 = K.x = 200.5.10^{-2} = 10\ (N).$$

- Áp suất của nước tại đáy thùng khi lớp nước có độ cao h :

$$P = \rho gh$$

Lực tác dụng của nước lên nắp :

$$F_2 = P.S = \rho gh\pi\left(\frac{d^2}{4}\right) = 1000.10.h.\pi.\frac{4.10^{-2}}{4} = 4\pi h$$

- Nắp không bị bật ra khi : $F_1 \geq F_2 = 4\pi h \Rightarrow \quad h \leq \dfrac{F_1}{4\pi}$

$$h_{max} = \frac{F_1}{4\pi} = \frac{10}{4\pi} \approx 0,796\ (m).$$

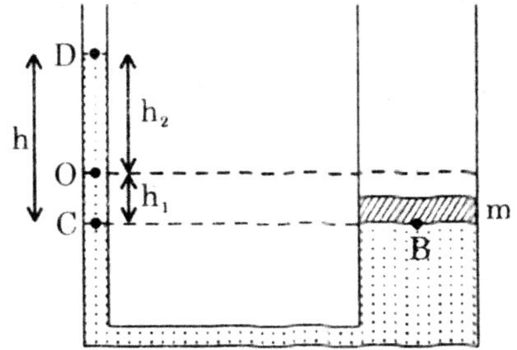
TÍNH LỰC TÁC DỤNG LÊN MÁY ÉP DÙNG CHẤT LỎNG

332 **Một máy ép dùng dầu với tiết diện ống lớn là $A_1 = 100cm^2$ và ống nhỏ là $A_2 = 2cm^2$. Khối lượng riêng của dầu là $\rho = 800Kg/m^3$.**

a) Nếu đặt lên ống lớn một pittông có khối lượng m = 1kg thì một chất lỏng trong ống nhỏ dịch di bao nhiêu ?

b) Cần tác dụng lên pittông ở ống nhỏ một lực tối thiểu bao nhiêu để có thể nâng vật nặng M = 500kg đặt trên pittông ở nhánh lớn. Lấy $g = 10m/s^2$ và bỏ qua ma sát.

Giải



a) Lấy điểm C nằm ngang với B

Ta có : $P_C = P_B$

$$P_0 + \rho gh = P_0 + \frac{mg}{A_1}$$

Với : P_0 là áp suất khí quyển

h là độ chênh lệch mức dầu ở hai nhánh.

Tính được : $h = \frac{m}{\rho A_1} = \frac{1}{800.10^{-2}} = 0{,}125\ (m) = 12{,}5\ (cm)$

Gọi O là mức dầu lúc đầu. Sau khi đặt pittông lên thì dầu trong ống lớn dịch đi h_1 và ống nhỏ dịch đi h_2 mà $h_1 + h_2 = h$ (*)

Vì thể tích dầu dịch đi trong hai nhánh bằng nhau :

$$h_1A_1 = h_2.A_2 \Rightarrow h_1 = h_2.\frac{A_2}{A_1} = h_2.\frac{2}{100} = 0{,}02h_2.$$

$$(*) \Rightarrow 1.002h_2 = h = 12{,}5\ (cm) \Rightarrow h_2 = \frac{12{,}5}{1{,}002} \approx 12{,}475\ (cm).$$

b) Gọi F là lực tác dụng lên pittông ở nhánh nhỏ, lực này gây nên trong chất lỏng áp suất $\frac{F}{A_2}$ và trọng lực của vật gây nên áp suất $\frac{Mg}{A_1}$

Để nâng được vật lên thì : $\frac{F}{A_2} \geq \frac{Mg}{A_1} \Rightarrow F \geq Mg.\frac{A_2}{A_1}$

$$\Rightarrow F_{min} = Mg.\frac{A_2}{A_1} = 500.10.\frac{2}{100} = 100\ (N).$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

333 Tính áp suất tuyệt đối p ở độ sâu 100m dưới mặt nước biển, biết khối lượng riêng của nước là $\rho = 1{,}03.10^3 kg/m^3$, áp suất khí quyển là $p_0 = 10^5 \frac{N}{m^2}$ và lấy $g = 9{,}8m/s^2$.

ĐS : $P = P_0 + \rho gh = 11{,}094.10^5 \frac{N}{m^2}$.

334 Sát đáy thùng có một lỗ thoát nước đường kính 2cm được đậy kín bằng một nút. Lực ma sát tác dụng lên nút là 1,57N. Độ cao tối đa nước trong thùng là bao nhiêu để nút không bật ra, biết khối lượng riêng của nước là $\rho = 10^3 kg/m^3$, lấy $g = 10m/s^2$.

Hướng dẫn

- Áp lực của nước lên nút : $F = S\rho gh$
- Để nút không bật : $F \le f_{ms} \Rightarrow h_{max} = \dfrac{4f_{ms}}{\rho g\pi d^2} = 0,5\ (m)$.

335 Một máy nén dùng chất lỏng có đường kính pittông của nhánh nhỏ là 1,5cm, của nhánh lớn là 21cm. Muốn nâng một vật có khối lượng 2 tấn trên pittong lớn thì ta phải tác dụng vào pittông nhỏ một lực là bao nhiêu ? Lấy g = 9,8m/s².

Hướng dẫn

$$f = Mg.\frac{A_1}{A_2} = 100\ (N).$$

Loại 2 : ***ĐỊNH LUẬT BECNULI***

1. Hệ thức giữa vận tốc và tiết diện trong ống dòng

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

Trong một ống dòng, vận tốc của chất lỏng tỉ lệ nghịch với diện tích tiết diện của ống.

2. Lưu lượng chất lỏng

$$V_1S_1 = V_2S_2 = A$$

Khi chúng ổn định, lưu lượng chất lỏng trong một ống dòng là không đổi.

3. Định luật Becnuli cho ống nằm ngang

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{hằng số}$$

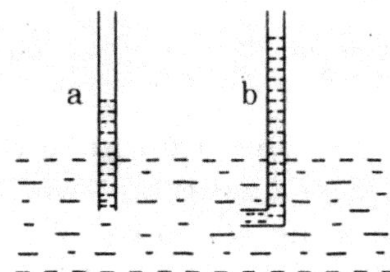
Với : P là áp suất tĩnh

ρ là khối lượng riêng của chất lỏng

v là vận tốc chất lỏng.

4. Đo áp suất tĩnh và áp suất toàn phần

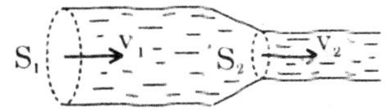
+ Ống a đo áp suất tĩnh
+ Ống b đo áp suất toàn phần.



336 **Cho ống gồm hai phần hình trụ có tiết diện lần lượt $S_1 > S_2$ nằm ngang như hình vẽ. Trong ống có nước chảy từ đầu ống lớn đến đầu ống bé.**

So sánh áp suất tĩnh và áp suất toàn phần tại hai vị trí ứng với hai tiết diện S_1 và S_2 của ống.

Giải



- Có $\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1} < 1 \Rightarrow v_1 < v_2$

$$\Rightarrow \frac{\rho v_1^2}{2} < \frac{\rho v_2^2}{2} \qquad (1)$$

- Áp dụng định luật Becnuli cho ống nằm ngang :

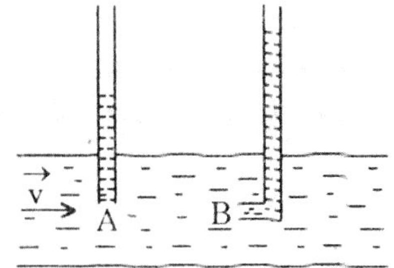
$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $P_1 > P_2$

Vậy áp suất tĩnh ứng với phần ống có tiết diện lớn sẽ lớn hơn.

- Hệ thức (2) cho thấy áp suất toàn phần tại hai vị trí không đổi.

337 **Để đo vận tốc của dòng nước chảy trong ống nằm ngang ta dùng hai dụng cụ như hình vẽ : ống ở A có miệng ống song song với dòng nước, ống ở B có miệng ống vuông góc với dòng nước. Kết quả độ cao hai cột nước trong hai ống lần lượt là h_A = 3cm, h_B = 10cm. Lấy g = 9,8m/s^2. Tính vận tốc dòng nước ở A.**



Giải

Ống ở A đo áp suất tĩnh tại A (P_A) còn ống ở B đo áp suất toàn phần ở B (cũng là ở A).

$$P_A + \rho\frac{v_A^2}{2} = P_B$$

Với $\begin{cases} P_A = \rho g h_A + P_0 \\ P_B = \rho g h_B + P_0 \end{cases}$ (P_0 là áp suất khí quyển)

nên $\rho g h_A + \rho.\frac{v_A^2}{2} = \rho g h_B$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{2g(h_B - h_A)} = \sqrt{2 \times 9,8(10-3).10^{-2}} \approx 1,17 \text{ (m/s)}.$$

338 **Một bình tưới nước ở đầu vòi nước được bịt lại rồi khoét thành 25 lỗ nhỏ. Biết đường kính vòi là 5cm, đường kính mỗi lỗ nhỏ là 0,5cm. Khi tưới nước trong vòi có vận tốc v = 1m/s thì vận tốc nước thoát ra khỏi các lỗ nhỏ có vận tốc bao nhiêu ?**

Giải

Lưu lượng nước trong vòi là S.V

Lưu lượng nước qua 25 lỗ nhỏ là 25 (S_1V_1)

Các lưu lượng này bằng nhau :

$$S.V = 25\,(S_1V_1) \quad \Rightarrow \quad \frac{\pi d^2}{4}.V = 25\left(\pi.\frac{d_1^2}{4}.V_1\right)$$

$$\Rightarrow \quad V_1 = \frac{d^2}{d_1^2}.\frac{V}{25} = \left(\frac{5}{0,5}\right)^2.\frac{1}{25} = 4(m/s).$$

339 **Trong ống nằm ngang có nước chảy qua từ nơi ống lớn có diện tích tiết diện $S_1 = 10cm^2$ đến ống nhỏ có $S_2 = 5cm^2$. Hiệu áp suất tĩnh của nước giữa ống lớn và ống nhỏ là $\Delta p = 3000pa$. Tính lưu lượng thể tích của nước trong ống, biết khối lượng riêng của nước là $\rho = 1000kg/m^3$.**

Giải

Áp dụng định luật Becnuli cho ống nằm ngang :

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \Rightarrow \quad \Delta P = P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad (*)$$

Lưu lượng thể tích của nước không đổi và bằng :

$$L = S_1V_1 = S_2V_2 \quad \Rightarrow \quad V_1 = \frac{L}{S_1}, \quad V_2 = \frac{L}{S_2}$$

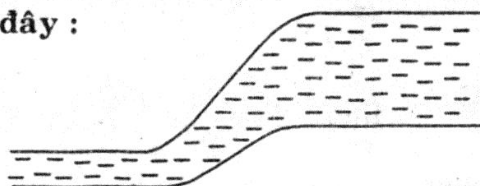
$$(*) \quad \Rightarrow \quad \Delta P = \frac{1}{2}\rho L^2\left(\frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2}\right)$$

Với $S_2 = \frac{S_1}{2}$ nên : $\Delta P = \frac{3\rho L^2}{2S^2}$

$$\Rightarrow \quad L = S_1\sqrt{\frac{2\Delta P}{3\rho}} = 10^{-3}\sqrt{\frac{2.3000}{3.1000}} = 10^{-3}\sqrt{2} \approx 1,4.10^{-3}\ (m^3/s).$$

340 **Trong trường hợp ống dòng không nằm ngang như hình vẽ, chứng minh công thức tổng quát của định luật Becnuli sau đây :**

$$\mathbf{P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = const}$$



trong đó :

+ p là áp suất tĩnh trong chất lỏng tại tiết diện S.

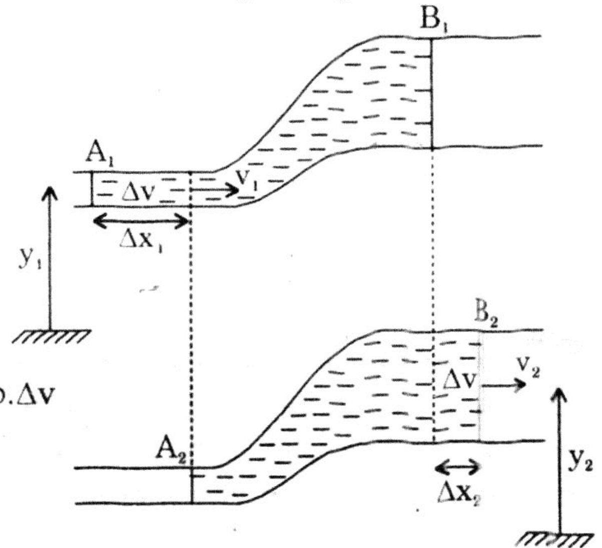
+ ρ là khối lượng riêng của chất lỏng.

+ v là vận tốc chất lỏng qua tiết diện S.

+ y là độ cao của tiết diện S so với nước.

Giải

Lúc đầu ta xét khối chất lỏng nằm giữa hai điểm A_1 và B_1. Sau thời gian Δt khối chất lỏng đó dời đến giữa hai điểm A_2 và B_2.



- Độ biến thiên động năng của khối chất lỏng chỉ là độ biến thiên động năng do khối lượng chất lỏng ΔV (xem hình vẽ) có khối lượng Δm còn lượng chất lỏng ở giữa A_2 và B_1 thì động năng không đổi.

$$\Delta E_d = \frac{1}{2}\Delta m v_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m.v_1^2 \text{ với } \Delta m = \rho.\Delta v$$

$$= \frac{1}{2}\rho\Delta v(v_2^2 - v_1^2)$$

- Câu A do các ngoại lực thực hiện trên hệ gồm :

+ Ở đầu bên trái, áp suất p_1 hướng theo chiều dòng chảy nên gây áp lực $F_1 = p_1.S_1$ ứng với công dương :

$$A_1 = F_1.\Delta x_1 = P_1S_1\Delta x_1 = P_1\Delta v$$

+ Ở đầu bên phải, áp suất p_2 hướng ngược chiều dòng chảy với áp lực $F_2 = p_2S_2$ nên gây công âm :

$$A_2 = -F_2\Delta x_2 = -P_2S_2\Delta x_2 = -P_2\Delta v$$

+ Công do trọng lượng $\Delta m.g$ của khối chất lỏng Δv thực hiện khi lên từ độ cao y_1 đến y_2 (công này âm vì dòng chảy đi lên) :

$$A_3 = -\Delta m.g(y_2 - y_1) = -\rho\Delta v.g(y_2 - y_1)$$

- Theo định lí động năng :

$$\Delta E_d = A_1 + A_2 + A_3$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{1}{2}\rho\Delta v(v_2^2 - v_1^2) = P_1\Delta v - P_2\Delta v - \rho\Delta v.g(y_2 - y_1)$$

$$\Leftrightarrow \quad P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + P_2 + \rho g y_2$$

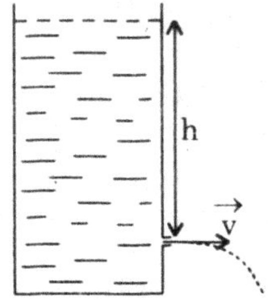
hay : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = \text{const}$.

341 **Một bình chứa nước, cách mặt nước khoảng h có một lỗ nhỏ (Hình vẽ). Tính vận tốc khi nước thoát ra ở lỗ, cho rằng vận tốc nước ở mặt thoáng (do nước tụt xuống) không đáng kể.**

Giải

Áp dụng phương trình Becnuli tổng quát :

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$



trong đó chỉ số 1 chỉ cho mặt nước và chỉ số 2 chỉ cho nước ở lỗ với :

$P_1 = P_2 = P_0$: áp suất khí quyển

$v_1 = 0$, $v_2 = v$?

$y_1 = h$, $y_2 = 0$ (Chọn mốc thế năng tại lỗ nhỏ)

Vậy : $P_0 + 0 + \rho gh = P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2 + 0 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2gh}$.

342 **Đặt một bình nước có thành thẳng đứng trên mặt bàn nằm ngang. Trên thành bình ta đục một lỗ nhỏ so với tiết diện của bình. Độ cao của mực nước trung bình là H. Bỏ qua sức cản không khí. Hỏi :**

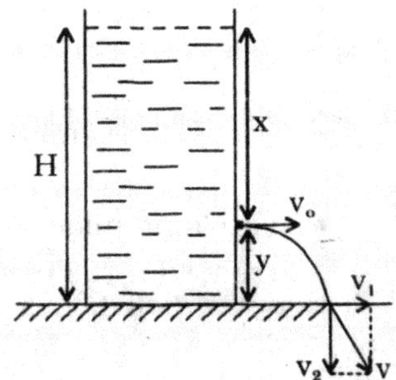
a) Vận tốc của tia nước khi chạm mặt bàn.

b) Lỗ ở vị trí nào thì tia nước chạm mặt bàn là xa nhất ?

Giải

a) Gọi x là khoảng cách từ lỗ nhỏ đến mặt nước thì vận tốc nước ra khỏi lỗ là :

$v_0 = \sqrt{2gx}$ (xem bài trên)



Sau khi thoát ra khỏi lỗ nước H chuyển động như vật nén ngang với vận tốc v_0.

Khi chạm mặt bàn vận tốc của nước gồm hai thành phần :

+ Thành phần ngang : $v_1 = v_0 = \sqrt{2gx}$

+ Thành phần đứng : $v_2 = \sqrt{2gy}$ với y là khoảng cách từ lỗ tới bàn $(y = H - x)$

nên : $v_2 = \sqrt{2g(H - x)}$

Vận tốc nước khi chạm bàn : $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{2gx + 2g(H - x)} = \sqrt{2gH}$

Vận tốc này không phụ thuộc vị trí của lỗ trên thành bình.

b) Khoảng cách ngang từ bình tới chỗ nước chạm bàn :

$$L = v_0.t_0 \text{ với } t_0 = \sqrt{\frac{2y}{g}} \quad \text{nên} \quad L = \sqrt{2gx}.\sqrt{\frac{2y}{g}} = 2\sqrt{x.y}$$

Với x + y = H (không đổi) nên $L_{max} \Leftrightarrow \quad x = y = \frac{H}{2}$.

Vậy nước chạm mặt bàn xa nhất khi lỗ cách đều mặt nước và mặt bàn.

343 **Một bình hình trụ cao H, tiết diện S_1 ở sát đáy bình có một lỗ tiết diện $S_2 << S_1$ (dấu << đọc là rất nhỏ). Lúc đầu bình chứa đầy nước. Hỏi sau bao lâu thì nước chảy ra hết.**

Giải

- Gọi v_0 là vận tốc của mặt nước sau khi mở lỗ và v_0' là vận tốc ở lỗ lúc đó.

  Phương trình Becnuli áp dụng tại vị trí mặt nước trung bình và tại miệng lỗ :

$$P_0 + \rho\frac{v_0^2}{2} + \rho gh = P_0 + \rho\frac{v_0'^2}{2}$$ với P_0 là áp suất khí quyển

hay $$v_0^2 + 2gH = v_0'^2 \qquad (1)$$

Mặt khác theo phương trình liên tục :

$$v_0S_1 = v_0'.S_2 \quad \Rightarrow \quad v_0' = v_0.\frac{S_1}{S_2} \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $v_0^2 = 2gH\dfrac{S^2}{S_1^2 - S_2^2}$

Vì $S_2 << S_1$ nên $v_0^2 \approx 2gH.\left(\dfrac{S_2}{S_1}\right)^2$

- Khi mặt nước dịch xuống đoạn x, còn cách lỗ $h = H - x$, tương tự như trên, vận tốc mặt nước trong bình bây giờ là :

$$v^2 \approx 2gh\left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2$$

- Ta có : $v_2 - v_0^2 = 2g(h - H).\left(\dfrac{S_2}{S_1}\right)^2 = -2g\left(\dfrac{S_2}{S_1}\right)^2.x$

  Biểu thức này chứng tỏ mặt nước đã hạ xuống chậm dần đều với gia tốc $|a| = g\left(\dfrac{S_2}{S_1}^2\right)$.

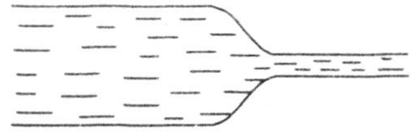
- Gọi $\mathcal{T}$ là thời gian nước chảy hết cũng là thời gian mặt nước trong bình giảm vận tốc từ $v_0 \to 0$, ta có :

$$0 = v_0 - |a|.\mathcal{T} \quad \Leftrightarrow \quad \mathcal{T} = \frac{v_0}{|a|} = \frac{\sqrt{2gh}.\left(\dfrac{S_2}{S_1}\right)}{g\left(\dfrac{S_2}{S_1}\right)^2} = \frac{S_1}{S_2}.\sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

344 Một ống dẫn nước bị thắt lại như hình vẽ với đường kính ống lớn là 25cm, đường kính ống nhỏ là 5cm vận tốc dòng nước ở nơi ống nhỏ là 2,5m/s. Tính vận tốc dòng nước ở nơi ống lớn và độ chênh lệch áp suất giữa ống lớn và ống nhỏ, biết khối lượng riêng của nước là $\rho = 10^3$kg/m^3.

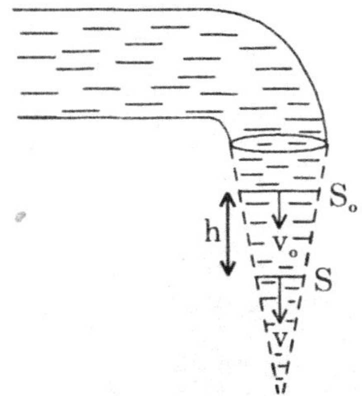
Hướng dẫn



$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow v_1 = 0,1\ (m/s)$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) = 3120\ (Pa).$$

345 Dòng nước chảy ra khỏi vòi và rơi xuống bị thắt lại. Từ diện tích tiết diện $S_0 = 1,2cm^2$ đến $S = 0,35cm^2$ cách nhau h = 4,5cm theo đường thẳng đứng (Hình vẽ). Tính lưu lượng dòng nước. Lấy g = 9,8m/s^2.



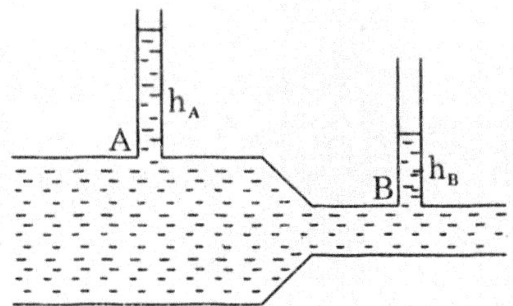
Hướng dẫn

Có $\begin{cases} S_0v_0 = Sv \\ v^2 = v_0^2 = 2gh \end{cases} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\dfrac{2ghS^2}{S_0^2 - S^2}}$

và lưu lượng $L = S_0v_0 = S_0.\sqrt{\dfrac{2ghS^2}{S_0^2 - S^2}} = 3,44.10^{-5}\ (m^3/s)$.

346 Một ống hình trụ bị thắt lại đặt nằm ngang có nước chảy qua với diện tích tiết diện tại A và B lần lượt là S_A và S_B mà $S_A = 2S_B$. Đặt tại A và B hai ống áp kế như hình vẽ ta thấy độ cao cột nước lần lượt là h_A = 6,83cm và h_B = 3cm. Lấy g = 9,8m/s^2. Tính vận tốc nước tại B.

Hướng dẫn



Có $\begin{cases} P_A + \dfrac{1}{2}\rho v_A^2 = P_B + \dfrac{1}{2}\rho v_B^2 \\ S_A.v_A = S_B.v_B \end{cases}$

với $P_A = P_0 + \rho gh_A$; $P_B = P_0 + \rho gh_B$

Tính được : $v_B = \sqrt{\dfrac{8}{3}g(h_A - h_B)} \approx 1\ (m/s)$.

347 Một ống nước có đường kính trong là d_1 = 3cm dẫn vào tầng trệt của ngôi nhà với vận tốc v_1 = 1m/s. Khi lên đến tầng lầu cách tầng trệt 5m thì đường kính trong của ống chỉ còn d_2 = 1,5cm. Tính vận tốc của nước khi lên đến tầng lầu và độ chênh lệch áp suất của nước giữa tầng trệt và tầng lầu, biết khối lượng riêng của nước là $\rho = 10^3$kg/m^3 và lấy g = 9,8m/s^2.

Hướng dẫn

- $v_2 = v_1 . \frac{S_1}{S_2} = v_1 \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 4\ (m/s)$

- $\Delta p = P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho gh = 56{,}5.10^3\ (Pa).$

348 Một người thổi không khí với vận tốc v = 15m/s ngang qua miệng nhánh A của ống chữ U chứa nước. Hỏi độ chênh lệch mực nước giữa hai nhánh A và B của ống là bao nhiêu ? Biết khối lượng riêng của không khí là $\rho_K = 1{,}21kg/m^3$, của nước là $\rho_n = 10^3 kg/m^3$ và lấy $g = 9{,}8m/s^2$.

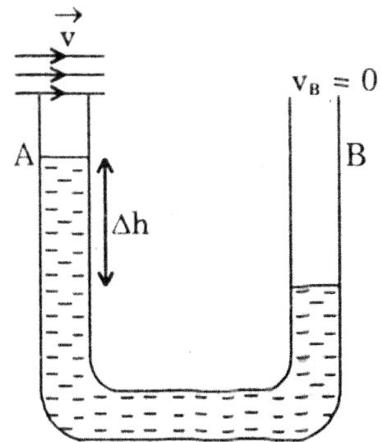
Hướng dẫn

$$P_A + \frac{1}{2}\rho_K v^2 = P_B \text{ (đầu B không thổi nên } v_B = 0)$$

$$\Delta P = P_B - P_A = \frac{1}{2}\rho_K v^2$$

với $\Delta P = \rho_n.g.\Delta h$

nên : $\Delta h = \frac{\rho_K . v^2}{2\rho_n . g} \approx 0{,}014\ (m/s).$



Phần II : NHIỆT HỌC

Chương VI CHẤT KHÍ LÍ TƯỞNG

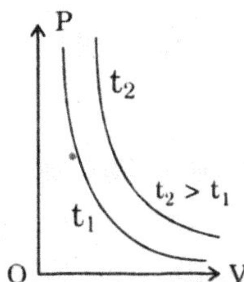
§20. ĐỊNH LUẬT BOYLE MARIOTTE

- ***Phát biểu :***

  Ở nhiệt độ không đổi tích của thể tích và áp suất của một khối lượng khí xác định là một hằng số.

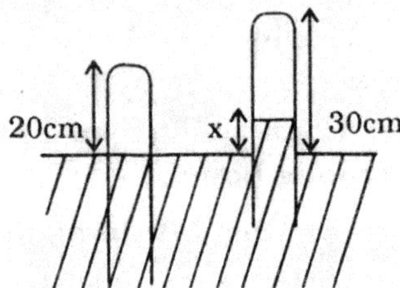
- ***Công thức :*** $P_1.V_1 = P_2.V_2$ hoặc : $P.V = const$

- ***Đường đẳng nhiệt :***



TÍNH ĐỘ CAO CỘT CHẤT LỎNG DÂNG LÊN TRONG ỐNG

349 **Một ống hình trụ tiết diện đều có một đầu kín và một đầu hở. Lúc đầu ta nhúng đầu hở vào một chậu chất lỏng sao cho mực chất lỏng trong và ngoài ống ngang nhau (hình vẽ). Sau đó ta rút ống lên sao cho chiều cao ấy ngoài không khí là 30 (cm) thì mực chất lỏng trong ống cao hơn bên ngoài x (cm).**



Tính x trong hai trường hợp :

a) Chất lỏng là thủy ngân.

b) Chất lỏng là nước.

Biết áp suất khí quyển là P_o = 76cm Hg

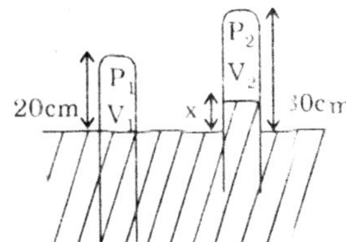
Khối lượng riêng của nước và thủy ngân lần lượt là 1g/cm³ và 13,6g/cm³. Nhiệt độ không khí không đổi.

Giải

Khối khí trong ống và nhiệt độ không đổi nên áp dụng định luật Boyle Mariotte :

$$P_1V_1 = P_2V_2 \qquad (*)$$

$$\text{Với}\begin{cases} P_1 = P_0 = 76cmHg \\ V_1 = 20.S \\ V_2 = (30 - x)S \end{cases}$$



a) Chất lỏng là thủy ngân :

Có : $P_2 = P_0 - x = (76 - x)$ cmHg

$(*) \Rightarrow 76 \times 20.S = (76 - x)(30 - x)S$

$$x^2 - 106x + 760 = 0 \Rightarrow x = \left| \begin{array}{l} 7,73(cm) \\ 98,27(cm) > 30(cm) : \text{loại} \end{array} \right.$$

Vậy : $x = 7,73$ (cm)

b) Chất lỏng là nước :

Có : $P_2 = P_0 - \dfrac{x}{13,6} \Rightarrow \left(76 - \dfrac{x}{13,6}\right)$ cmHg

$(*) \Rightarrow 76 \times 20.S = \left(76 - \dfrac{x}{13,6}\right)(30 - x).S$

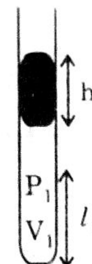
$$\Rightarrow x^2 - 1063,6x + 10336 = 0 \Rightarrow x = \left| \begin{array}{l} 1053,8 > 30(cm) : \text{loại} \\ 9,8(cm) \end{array} \right.$$

Vậy : $x = 9,8$ (cm).

TÍNH CHIỀU CAO CỘT KHÔNG KHÍ TRONG ỐNG KHI MIỆNG ỐNG ĐƯỢC NGĂN BẰNG CỘT THỦY NGÂN

350 **Trong một ống nhỏ dài, tiết diện đều, một đầu kín, một đầu hở. Lúc đầu ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở trên. Trong ống về phía đáy có cột không khí dài l_1 = 30(cm) và được ngăn cách với bên ngoài bằng cột thủy ngân dài h = 15(cm) (H vẽ). Áp suất khí quyển là 76cmHg và nhiệt độ không đổi.**

Tính chiều cao của cột không khí chứa trong ống trong các trường hợp :



a) Ống đặt thẳng đứng, miệng ở dưới.

b) Ống đặt nghiêng góc 30°C so với phương ngang, miệng ở trên.

c) Ống đặt nằm ngang.

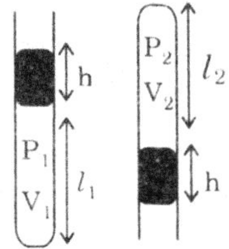
Giải

a) Ống đặt thẳng đứng, miệng ở dưới :

Khối khí trong ống không đổi và nhiệt độ không đổi nên theo định luật Boyle Mariotte :

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad (1)$$

Với : $\begin{cases} P_1 = P_o + h = 76 + 15 = 91(cmHg) \\ V_1 = l_1 \times S = 30 \,.\, S \\ P_2 = P_o - h = 76 - 15 = 61(cmHg) \\ V_2 = l_2 \,.\, S \end{cases}$



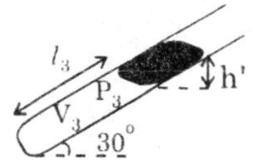
(1) ⇒ $91 \times 30.S = 61.l_2.S$ ⇒ $l_2 \approx 44,75$ (cm).

b) Ống đặt nghiêng góc 30°C so với phương ngang, miệng ở trên.

Cột thủy ngân có độ dài h nhưng khi đặt nghiêng góc α nó đã gây ra áp suất tương đương với cột thủy ngân có độ cao

$$h' = h\sin\alpha = \frac{h}{2} = 7,5cm.$$

Có : $P_1V_1 = P_3V_3$



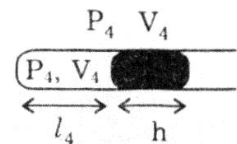
Với $\begin{cases} \bullet\ P_3 = P_o + h' = 76 + 7,5 = 83,5cmHg \\ \bullet\ V_3 = l_3 \times S \end{cases}$

(2) ⇒ $91 \times 30S = 83,5 \times l_3 \times S$ ⇒ $l_3 \approx 32,7$ (cm).

c) Ống đặt nằm ngang :

Cột Hg không có tác dụng lên cột không khí

nên $P_4 = P_o$



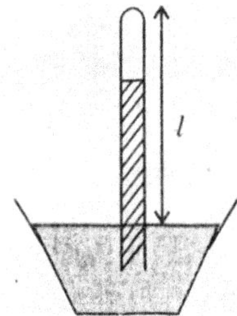
Có : $P_1V_1 = P_4V_4$

$91 \times 30S = 76 \times l_4.S$ ⇒ $l_4 = 35,9$ (cm).

ĐỘ CHỈ SAI CỦA ÁP KẾ KHÍ QUYỂN

351 Một ống Torricelli được dùng làm áp kế khí quyển với chiều dài ống nằm ngoài chậu thủy ngân là l = 800mm. Vì có ít bọt khí đã lọt vào phần chân không của ống nên áp kế đã chỉ sai. Khi áp suất khí quyển là 760mmHg thì áp kế khí h_1 = 740mm.

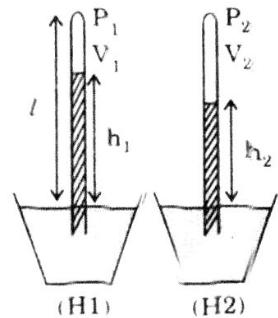
Hỏi khi áp kế chỉ h_2 = 730mm thì áp suất thực của khí quyển là bao nhiêu ?



Giải

- *Nhắc lại :* Ống Torricelli là một ống hình trụ trong đó lúc đầu đổ đầy Hg, sau đó dốc ngược vào chậu Hg thì Hg trong ống sẽ tụt xuống, đầu trên của ống là chân không. Lúc đó chiều cao cột Hg là áp suất khí quyển.
- Vì có bọt khí lọt vào phần chân không này nên phần trên ống không còn là chân không nữa và trong phần này có áp suất.
- (H_1) ⇒ $\begin{cases} P_1 = P_o - h_1 = 760 - 740 = 20(mmHg) \\ V_1 = (l - h_1)S = 60S \end{cases}$

- $(H_2) \Rightarrow \begin{cases} P_2 = (P'_o - h_2) = P'_o - 730 \\ V_2 = (l - h_2)S = 70S \end{cases}$



- Áp dụng định luật Boyle Mariotte :

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$20 \times 60S = (P'_o - 730) \times 70S$$

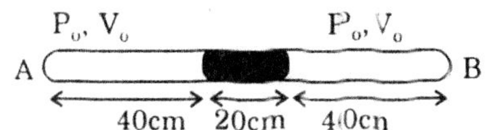
$$\Rightarrow \quad P'_o \approx 747\text{mmHg}.$$

ĐỘ DỊCH CHUYỂN CỦA CỘT THỦY NGÂN TRONG ỐNG KÍN HAI ĐẦU

352 **Một ống thủy ngân tiết diện nhỏ dài l = 1m, kín hai đầu, bên trong có cột thủy ngân dài h = 20cm ngăn cách không khí ở hai đầu ống bằng nhau và có áp suất P_o = 50cmHg. Hỏi khi dựng ống thẳng đứng thì cột thủy ngân dịch đi bao nhiêu ?**

Giải

- Sự biến đổi trạng thái khí ở đầu B của ống khi đặt nằm ngang và khi thẳng đứng.

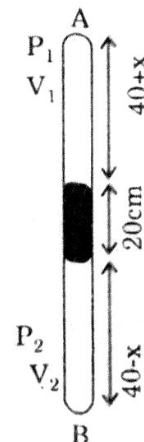


$$P_2V_2 = P_oV_o = 50 \times 40.S \qquad (1)$$

$$P_2(40 - x) \times S = 2000S$$

$$P_2 = \frac{2000}{40 - x}(\text{cmHg}) \qquad (2)$$

- Sự biến đổi trạng thái khí ở đầu B cho :



$$P_1V_1 = P_oV_o \qquad (3)$$

(1) và (3) cho : $P_2V_2 = P_1V_1$

$$P_2(40 - x) \times S = (P_2 - 20)(40 + x)S$$

$$\Rightarrow \quad P_2 = \frac{400 + 10x}{x} \qquad (4)$$

- (2) và (4) cho : $\dfrac{2000}{40 - x} = \dfrac{400 + 10x}{x}$

$$\Rightarrow \quad x^2 + 200x - 1600 = 0 \quad \Rightarrow \quad x = -100 \pm 107,7$$

Chỉ nhận giá trị $x > 0$ tức $x = 7,7$cm.

TÍNH SỐ LẦN BƠM KHÔNG KHÍ VÀO QUẢ BÓNG

353 **Ta dùng bơm tay để bơm không khí ở áp suất $P_o = 10^5\text{N/m}^2$ vào một quả bóng cao su có thể tích 3l. Xung quanh của bơm có chiều cao h = 42cm, đường kính xy lanh là d = 5cm. Hỏi phải bơm bao nhiêu lần để không khí trong bóng có áp suất $P = 5.10^5\text{N/m}^2$ trong hai trường hợp :**

a) Trước khi bơm trong quả bóng không có không khí.

b) Trước khi bơm trong quả bóng đã có không khí ở áp suất $P_o = 10^5N/m^2$. Giả thiết khi bơm không làm thay đổi nhiệt độ không khí.

Giải

- Thể tích khí mỗi lần bơm :

$$V_o = h.S = h.\frac{\pi d^2}{4} = 42.\frac{3,14 \times 5^2}{4} = 824,25\ (cm^3)$$

- Sau n lần bơm thể tích khí thu được (nV_o) ở áp suất P_o
- Khí nén vào bóng có thể tích V thì áp suất là P_1 cho bởi

$$(nV_o) \times P_o = P_1 \times V \qquad (*)$$

a) Trước khi bơm trong quả bóng không có không khí :

$$P_1 = P = 5.10^5N/m^2$$

$$(*) \Rightarrow \quad n = \frac{P_1.V}{P_o.V_o} = \frac{5.10^5.3}{10^5 \times 824,25 \times 10^{-3}} \approx 18\ (\text{lần})$$

b) Trước khi bơm trong quả bóng đã có không khí :

$$P_1 + P_o = P = 5.10^5(N/m^2)$$

$$P_1 = P - P_o = 4.10^4N/m^2$$

$$(*) \Rightarrow \quad n = \frac{P_1V}{P_oV_o} = \frac{4 \times 10^5 \times 3}{10^5.824,25.10^{-3}} \approx 15\ (\text{lần}).$$

LIÊN QUAN GIỮA SỐ LẦN BƠM VÀ DIỆN TÍCH TIẾP XÚC GIỮA VỎ XE VỚI MẶT ĐƯỜNG

354 Do trọng lượng của xe nên giữa vỏ xe và mặt đường tiếp xúc nhau bằng diện tích S tùy thuộc vào áp suất không khí trong vỏ xe. Sau 10 lần bơm, diện tích tiếp xúc là $S_1 = 30cm^2$. Hỏi sau bao nhiêu lần bơm nữa thì diện tích tiếp xúc là $S_2 = 20cm^2$. Biết rằng :

- **Trọng lượng xe cân bằng với áp suất lực của không khí trong vỏ xe.**
- **Thể tích khí mỗi lần bơm là như nhau.**
- **Lúc ban đầu trong vỏ xe không có không khí.**
- **Thể tích vỏ xe và nhiệt độ không đổi.**

Giải

- Gọi P_1 là áp suất không khí trong vỏ xe sau n_1 lần bơm. S_1 là diện tích tiếp xúc thì áp lực của không khí lên diện tích S_1 là : $P_1 \times S_1$
- Trọng lượng xe là P thì theo đề : $P = P_1 \times S_1$ (1)
- Tương tự sau n_2 lần bơm : $P = P_2 \times S_2$ (2)

(1) và (2) $\Rightarrow$ $P_1 \times S_1 = P_2 \times S_2$ $\Rightarrow$ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{S_2}{S_1}$ (3)

- Gọi V_o là thể tích không khí 1 lần bơm

(n_1V_o) là thể tích không khí sau n_1 lần bơm (áp suất P_o). Với thể tích trên khi nén vào vỏ có thể tích V thì áp suất là P_1 cho bởi định luật Boyle Mariotte :

Tương tự : $\left.\begin{matrix}(n_1V_o) \times P_o = P_1 \times V \\ (n_2V_o) \times P_o = P_2 \times V\end{matrix}\right\} \Rightarrow \dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{P_1}{P_2}$. (4)

- (3) và (4) cho : $\dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{S_2}{S_1} \Rightarrow n_2 = \dfrac{S_1}{S_2} \times n_1 = \dfrac{30}{20} \times 10 = 15$ (lần)

Vậy phải bơm thêm : $\Delta n = n_2 - n_1 = 5$ (lần).

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

355 Một bọt khí khi nổi lên từ đáy hồ đã lớn gấp 1,2 lần khi đến mặt nước. Tính độ sâu của đáy hồ, biết trọng lượng riêng của nước là $d = 10^4 N/m^3$, áp suất khí quyển là $10^5 N/m^2$ và nhiệt độ nước trong hồ không đổi.

Hướng dẫn

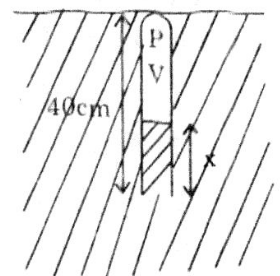
Áp suất bọt khí tại mặt nước là P_o

Áp suất bọt khí tại đáy hồ là $P_o + d.h$

Có : $P_o.1,2V = (P_o + d.h)V \Rightarrow h = \dfrac{0,2P_o}{d} = 2$ (m).

356 Một ống tủy tinh hình trụ, một đầu kín, một đầu hở, dài 40cm chứa không khí ở áp suất khí quyển $P_o = 10^5 N/m^2$. Ấn ống xuống chậu nước theo phương thẳng đứng, miệng ống ở dưới sao cho đầu kín ngang với mặt thoáng của nước. Tính chiều cao cột nước trong ống, biết trọng lượng riêng của nước là $d = 10^4 N/m^3$.

Hướng dẫn



- Có $\begin{cases} P = P_o + (h - x)d \\ V = (h - x)S \end{cases}$

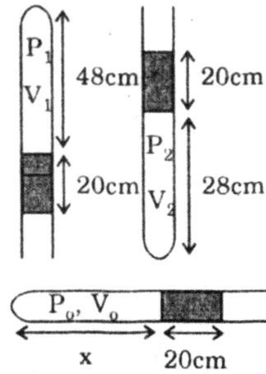
- $P_oV_o = P.V$

$10^5 \times 0,4S = [10^5 + (0,4 - x).10^4](0,4 - x)S$

$\Rightarrow x^2 - 10,8x + 0,16 = 0.$ Chỉ nhận : $x \approx 1,5$ (cm).

357 Một ống thủy tinh tiết diện đều gồm một đầu kín, một đầu hở. Trong ống có giam một cột không khí nhờ cột thủy ngân dài 20cm. Khi đặt ống thẳng đứng miệng ở dưới thì chiều dài cột không khí là 48cm, miệng ở trên thì chiều dài cột không khí là 28cm. Tính :

- Áp suất khí quyển.
- Chiều dài cột không khí khi ống nằm ngang.



Hướng dẫn

• $P_1V_1 = P_2V_2$

$(P_o - 20) \times 48 = (P_o + 20) \times 28$

$P_o = 76$ (cmHg)

• $P_oV_o = P_1V_1$

$76.x = 56 \times 48$

$x \approx 35,37$ (cm).

358 Một lượng khí được nén đẳng nhiệt : Thể tích giảm $10l$ thì áp suất tăng 0,5at. Tính áp suất khí lúc đầu, biết thể tích lúc đó là $V_1 = 40l$.

Hướng dẫn

$$\frac{P_2}{V_1} = \frac{P_1}{V_2} = \frac{P_2 - P_1}{V_1 - V_2} = \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

$$\Rightarrow \quad P_1 = \frac{\Delta P}{\Delta V}.V_2 = \frac{0,5}{10} \times 30 = 1,5 \text{ (at)}.$$

359 Xy lanh của một ống bơm hình trụ có diện tích $10cm^2$, chiều dài 30cm được dùng để nén không khí vào quả bóng có thể tích $2,5l$. Phải bơm bao nhiêu lần để áp suất của quả bóng gấp 3 lần áp suất khí quyển. Cho rằng quả bóng trước khi bơm không có không khí và nhiệt độ không khí đi vào quả bóng không đổi.

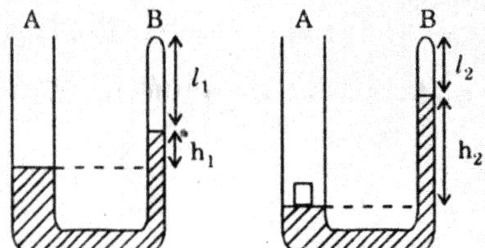
Hướng dẫn

• Thể tích xy lanh : $V_o = S.h = 300cm^2$

• Thể tích không khí sau n lần bơm (ở áp suất khí quyển) : nV_o.

• Có : $(nV_o) \times P_o = P.V \Rightarrow \quad n = \frac{P}{P_o} \times \frac{V}{V_o} = 25$ (lần).

360 Một ống chữ U gồm hai nhánh A và B như hình vẽ, với ống A hở và có tiết diện $S = 10cm^2$; ống B kín, trong có chứa thủy ngân. Trên bề mặt thủy ngân bên nhánh A có đậy 1 pittông rất nhẹ và di chuyển dễ dàng. Mực thủy ngân ở ống B cao hơn ống A khoảng $h_1 = 10cm$ và chiều cao cột khí ở đầu ống B là $l_1 = 20cm$.



Hỏi khi ta đặt thêm lên pittông một trọng vật có trọng lượng F = 35N thì chiều cao cột khí ở đầu ống B là l_2 bằng bao nhiêu ? Biết áp suất khí quyển là $P_o = 10^5N/m^2$. Trọng lượng riêng của thủy ngân là $13,6.10^4N/m^3$.

Hướng dẫn

Áp suất và thể tích của cột khí : P_1, V_1 và P_2, V_2.

- $P_1 = P_o - h_1.d = 0,864 \times 10^5 N/m^2$
- $V_1 = l_1 \times S = 0,2S$
- Áp suất do trọng vật gây nên : $\dfrac{F}{S}$ nên :

$$P_2 = \left(P_o + \frac{F}{S}\right) - h_2.d = 1,35.10^5 - 13,6.10^4.h_2$$

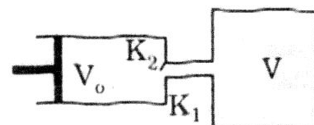
- $V_2 = \left(l_1 - \dfrac{h_2 - h_1}{2}\right)S = \left(0,2 - \dfrac{h_2 - 0,1}{2}\right)S = \left(0,25 - \dfrac{h_2}{2}\right)S$
- Có : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

$$0,864 \times 10^5 \times 0,2S = (1,35.10^5 - 13,6.10^4 h_2)\left(0,25 - \frac{h_2}{2}\right)S$$

$$\Rightarrow \quad 6,8h_2^2 - 10,15h_2 + 1,647 = 0$$

Chỉ nhận nghiệm $h_2 \approx 18,5(cm) \quad \Rightarrow \quad l_2 = 15,75cm.$

361 Ta dùng một bơm hút có thể tích xy lanh là $V_o = 200cm^3$ để hút không khí từ một bình có thể tích $V = 1l$ (kể cả ống nối giữa bơm và bình) chứa không khí ở áp suất $P_o = 10^5 N/m^2$.



K_1 và K_2 là 2 khóa đóng, mở luân phiên

Hỏi sau n lần hút thì áp suất trong bình còn bao nhiêu ?

Áp dụng n = 5. Biết rằng bơm hoạt động rất chậm để nhiệt độ trong bơm coi như không đổi.

Hướng dẫn

- Sau lần đầu bơm hút (pittông đã kéo ra xa tận cùng) thì áp suất trong bình là P_1 :

$$P_1 (V + V_o) = P_o .V \qquad (1)$$

- Sau lần thứ 2 bơm hút, áp suất trong bình là P_2 :

$$P_2 (V + V_o) = P_1 .V \qquad (2)$$

- Sau lần thứ 3 ..., n thì áp suất trong bình là $P_3, ..., P_n$.

$$P_3 (V + V_o) = P_2 .V \qquad (3)$$

$$P_n (V + V_o) = P_{n-1} \times V \qquad (n)$$

- Nhân các phương trình (1), (2), ... (n) vế với vế, ta được :

$$P_n (V + V_o)^n = P_o .V^n \quad \Rightarrow \quad P_n = P_o\left(\frac{V}{V + V_o}\right)^n$$

- Với n = 5 : $P_n = 10^5\left(\dfrac{1}{1,2}\right)^5 \approx 4,02.10^4 (N/m^2)$.

362 Ở áp suất P_o = 1at, khối lượng riêng của không khí là $D_o = 1,29kg/m^3$. Hỏi ở áp suất P = 1,5at thì khối lượng riêng của không khí là bao nhiêu, cho rằng không khí được nén đẳng nhiệt.

Hướng dẫn

- Áp suất P_o, thể tích V_o : $D_o = \frac{m}{V_o}$
  Áp suất P, thể tích V : $D = \frac{m}{V}$ $\Rightarrow \frac{D_o}{D} = \frac{V}{V_o}$ (1)

- Nén đẳng nhiệt : $P_oV_o = P.V \Rightarrow \frac{P_o}{P} = \frac{V}{V_o}$ (2)

- (1) và (2) cho : $D = \frac{P}{P_o}.D_o = 1,935\ (kg/m^3)$.

363 Một bình có thể tích V = 1*l* chứa không khí ở áp suất khí quyển là $P_o = 10^5N/m^2$. Sau đó rút bớt không khí ra cho trọng lượng bình khí giảm đi F = 0,01N. Hỏi áp suất không khí còn lại trong bình. Biết trọng lượng riêng của không khí ở áp suất khí quyển là $d = 1,29N/m^3$ và quá trình rút không khí không làm nhiệt độ thay đổi.

Hướng dẫn

- Thể tích khí đã rút ra (ở điều kiện khí quyển) :

$$\Delta V = \frac{F}{d} = 0,775.10^{-3}\ (m^3) = 0,775\ (l)$$

- Thể tích khí còn lại trong bình (ở điều kiện áp suất khí quyển)

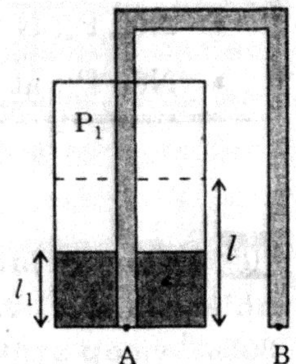
$$V_1 = V - \Delta V = 0,225\ (l)$$

- Ứng với thể tích V toàn bộ lượng khí còn lại có áp suất P_1 :

$$P_1 \times V = P_o.V_1$$

$$P_1 = P_o.\frac{V_1}{V} = 0,255.10^5\ (N/m^2).$$

364 Một bình được đậy kín miệng, cao 2*l* = 70cm chứa thủy ngân. Để thủy ngân chảy ra ngoài ta dùng ống xy phông với miệng ống B cùng độ cao với đáy bình A (hình vẽ).



Lúc đầu chiều cao mức thủy ngân trong bình *l* = 35cm, áp suất không khí trong bình là áp suất khí quyển P_o.

Khi ngừng chảy, chiều cao mức thủy ngân trong bình l_1 = 21cm, áp suất không khí trong bình là P_1. Tính P_1.

Hướng dẫn

- Ngừng chảy khi áp suất Hg tại miệng ống B bằng áp

suất khí quyển P_o và : $P_A = P_B = P_o$

$$P_1 + l_1 = P_o \Rightarrow P_1 = P_o - l_1$$

- Có : $P_1.V_1 = P_o.V_o$

$$(P_o - l_1)(2l - l_1) = P_o \times l \Rightarrow P_o = \frac{l_1(2l - l_1)}{l - l_1} = 73,5\text{cmHg}$$

$$P_1 = 52,5\text{cmHg}.$$

§21. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÍ TƯỞNG

I. *Phương trình trạng thái khí lí tưởng*

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2}$$

$$\text{hay } \frac{PV}{T} = \text{Const}$$

Đẳng nhiệt ($T_1 = T_2$)	Đẳng tích ($V_1 = V_2$)	Đẳng áp ($P_1 = P_2$)
$P_1V_1 = P_2V_2$	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
P, O, V, T_2, T_1, $T_2 > T_1$	P, O, T, V_1, V_2, $V_2 > V_1$	V, O, T, P_1, P_2, $P_2 > P_1$

II. *Phương trình Mendeleev – Clapeyron*

$$P.V = \frac{m}{M}R.T = n.RT$$

- Nếu P : N/m^2 ; V : m^3 thì R = 8,31J/mol.K
- Nếu P : at ; V : lít thì R = $8,2.10^{-2}$at.*l*/mol.K

ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI

365 **Trong xy lanh 1 động cơ đốt trong, hỗn hợp khí lúc đầu có áp suất 1at, nhiệt độ 57°C và thể tích 150cm^3. Pittông nén hỗn hợp này đến thể tích 30cm^3 và áp suất lúc đó là 10at. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí lúc cuối.**

Giải

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng :

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1}$$

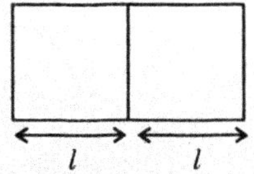
Với :
- $T_1 = 57 + 273 = 330K$
- $P_2 = 10$ at
- $P_1 = 1$ at
- $V_2 = 30cm^3$
- $V_1 = 150cm^3$

Nên : $$T_2 = 330 \times \frac{10}{1} \times \frac{30}{150} = 660K$$

Vậy : $\boxed{T_2 = 660 - 273 = 387^\circ C}$.

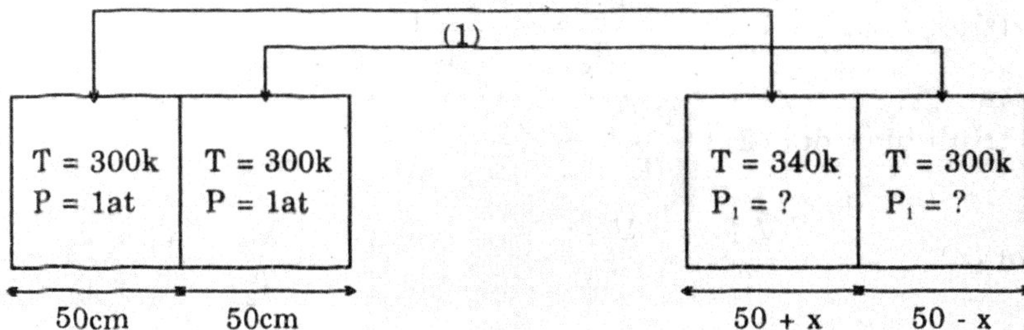
TÍNH ĐỘ DỊCH CỦA PITTÔNG KHI NHIỆT ĐỘ Ở MỘT ĐẦU XILANH TĂNG LÊN

366 **Một xilanh đặt nằm ngang. Một pittông cách nhiệt, lúc đầu cách đều hai đầu xilanh khoảng *l* = 50cm và không khí chứa trong xilanh có nhiệt độ 27°C, áp suất 1at. Sau đó không khí ở đầu bên trái được nung lên đến 67°C thì pittông dịch đi khoảng x. Bỏ qua ma sát giữa pittông và xilanh.**



Tính x và áp suất trong bình sau khi pittông dịch chuyển.

Giải



- Quá trình (1) cho : $P.V = P_1V'$

$$1 \times 50S = P_1(50 - x).S$$

$$50 = 50P_1 - P_1x \quad (1)$$

- Quá trình (2) cho : $$\frac{P.V}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

$$\frac{1 \times 50S}{T} = \frac{P_1(50 + x)S}{340}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{170}{3} = 50P_1 + P_1x \qquad (2)$$

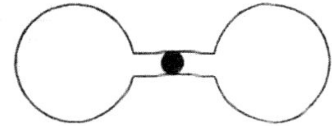
- (1) + (2) $\Rightarrow \quad 50 + \frac{170}{3} = 100P_1 \quad \Rightarrow \quad P_1 = \frac{3,2}{3} \approx 1,067\text{at}$

- (1) $\Rightarrow \quad 50 = (50 - x).\frac{3,2}{3} \quad \Rightarrow \quad x = 3,125\text{cm}.$

TÍNH ĐỘ DỊCH CHUYỂN CỦA GIỌT THỦY NGÂN TRONG ỐNG NỐI GIỮA HAI BÌNH KHÍ KHI NHIỆT ĐỘ THAY ĐỔI

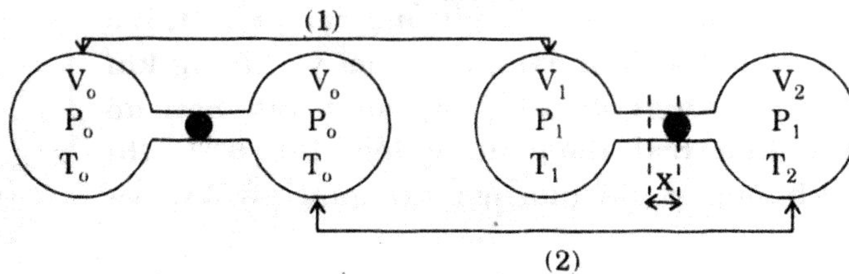
367 Hai bình cầu giống nhau bằng thủy tinh, mỗi bình có thể tích 197cm^3 được nối với nhau bằng ống dài l = 30cm nằm ngang, tiết diện S = 0,2cm^2.

Ngăn cách không khí ở 2 bình bằng giọt thủy ngân.



Ở 0°C giọt thủy ngân nằm chính giữa ống. Hỏi nếu nhiệt độ một bình là t_1 = 3°C và bình kia là t_2 = –3°C thì giọt thủy ngân dịch chuyển đi bao nhiêu ? Biết rằng với nhiệt độ thấp, thể tích bình và ống coi như không đổi.

Giải



- Thể tích ống nối : $S \times l = 0,2 \times 30 = 6$ (cm^3)

- Quá trình biến đổi (1) : $\frac{V_oP_o}{T_o} = \frac{V_1P_1}{T_1}$ (1)

Quá trình biến đổi (2) : $\frac{V_oP_o}{T_o} = \frac{V_2P_1}{T_2}$ (2)

(1) và (2) $\Rightarrow \quad \frac{V_1P_1}{T_1} = \frac{V_2P_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1 + V_2}{T_1 + T_2}$

Với : $\begin{cases} V_1 + V_2 = 2V_o = 2(197 + 3) = 2 \times 200(\text{cm}^3) \\ T_1 + T_2 = (3 + 273) + (-3 + 273) = 2 \times 273\text{K} \end{cases}$

nên: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{2 \times 200}{2 \times 273} = \frac{200}{273} \Rightarrow V_1 = \frac{200}{273}T_1 = \frac{200}{273}(3 + 273) \approx 202,2\text{cm}^3$

- Thể tích khí trong bình và phần ống bên trái đã tăng

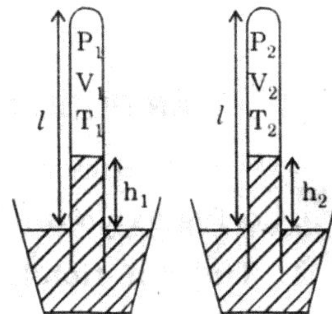
$$\Delta V = V_1 - V_o = 2,2(\text{cm}^3) \Rightarrow \quad x = \frac{\Delta V}{S} = \frac{2,2}{0,2} = 11\text{cm}.$$

CHIỀU CAO CỘT THỦY NGÂN TRONG ỐNG TORICELLI PHỤ THUỘC THEO NHIỆT ĐỘ

368 **Một ống Toricelli của áp kế khí quyển có chiều cao (phần ló ngoài thủy ngân) là l = 1m. Vì có không khí lọt vào đầu trên của ống nên áp kế đã chỉ sai : ở áp suất khí quyển P_o = 76cmHg, nhiệt độ t_1 = 47°C, áp kế chỉ h_1 = 32cm. Hỏi cùng ở áp suất khí quyển ấy nhưng nhiệt độ t_2 = 27°C thì áp kế chỉ h_2 bằng bao nhiêu ?**

Giải

Có : $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$



Với :
- $P_1 = P_o - h_1 = 76 - 32 = 44$cmHg
- $V_1 = (l - h_1)S = (100 - 32)S = 68S$
- $T_1 = 273 + 47 = 320K$

Và :
- $P_2 = 76 - h_2$
- $V_2 = (100 - h_2)S$
- $T_2 = 273 + 27 = 300k$

nên : $\frac{44 \times 68S}{320} = \frac{(76 - h_2)(100 - h2)S}{300} \Rightarrow h_2^2 - 176h_2 + 4795 = 0$

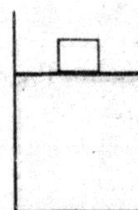
$\Delta' = 7744 - 4795 \approx 54,3^2$

$h_2 = 88 \pm 54,3 = \left| \begin{array}{l} 142,3(cm) > 100(cm) \\ 33,7(cm) \end{array} \right.$

Vậy : $h_2 = 33,7$ (cm).

PITTÔNG DỊCH CHUYỂN LÀM NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ TRONG XILANH THAY ĐỔI

369 **Một xilanh đặt thẳng đứng có pittông nhẹ, lúc đầu cách đáy xilanh 60cm, chứa không khí ở áp suất khí quyển P_o = 76cmHg và nhiệt độ 20°C. Đặt lên pittông 1 quả cân có trọng lượng F = 408N thì pittông hạ xuống và dừng lại khi cách đáy 50cm.**



Tính nhiệt độ của không khí khi pittông hạ xuống.

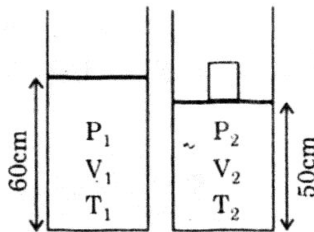
Biết diện tích pittông là S = 100cm² và trọng lượng riêng của thủy ngân là d = 13,6.10⁴N/m³.

Giải

- Áp suất do quả cầu gây ra : $\frac{F}{S} = \frac{408N}{0,01m^2} = 4,08.10^4 N/m^2$

$= \frac{4,08.10^4 N/m^2}{13,6.10^4 N/m^3} = 0,3mHg = 30cmHg$

- $P_2 = P_o + \frac{F}{S} = 76 + 30 = 106\text{cmHg}$
- Phương trình trạng thái : $\frac{P_1.V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$



$$\Rightarrow \quad T_2 = T_1 \times \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1}$$

$$= 293 \times \frac{106}{76} \times \frac{50S}{60S} \approx 340{,}55K$$

Hay : $\boxed{t_2 = 340{,}55 - 273 = 67{,}55^{\circ}C}$.

ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH MENDELEEV – CLAPEYRON ĐỂ TÍNH THỂ TÍCH

370 Có 10g ôxy ở nhiệt độ 20°C.

1. Tính thể tích khối khí khi áp suất khối khí là :

a) P = 2at **b) $P = 1{,}5.10^5 N/m^2$**

2. Với áp suất P = 2at, ta hơ nóng đẳng áp khối khí tới thể tích V = 10*l*. Tính nhiệt độ khối khí sau khi hơ nóng.

Giải

1. *Thể tích khối khí :* Áp dụng phương trình Mendeleev –Clapeyron :

$$PV = \frac{m}{M}R.T \quad \Rightarrow \quad V = \frac{m}{M}\frac{RT}{P}$$

a)
- với P = 2at thì dùng :
- $R = 8{,}2.10^{-2}\frac{at.l}{mol.K}$
- m = 10g
- M = 32g/mol
- T = 273 + 20 = 293K

Ta được : $V = \frac{10g}{32g/mol} \times \frac{8{,}2.10^{-2}\frac{at.l}{mol.K} \times 293K}{2at} = 3{,}75l$

b)
- với $P = 1{,}5 \,.\, 10^5 \frac{N}{m^2}$ thì dùng
- $R = 8{,}31\frac{J}{mol.K}$
- m = 10g
- M = 32g/mol
- T = 293K

Ta được : $V = \dfrac{10g}{32\dfrac{g}{mol}} \times \dfrac{8,31\dfrac{J}{mol.K} \times 293K}{1,5.10^5\dfrac{N}{m^2}} \approx 507.10^{-5}m^3$

$V = 5,07l.$

2. Tính nhiệt độ khối khí sau khi hơ nóng :

Quá trình đẳng áp nên : $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$

$\Rightarrow \quad T_2 = T_1.\dfrac{V_2}{V_1} = 293.\dfrac{10l}{3,754l} \approx 780,5K$

$t_2 = 507,5^oC.$

DỰA VÀO PHƯƠNG TRÌNH MENDELEEV – CLAPEYRON ĐỂ ĐỊNH TÊN CỦA KHỐI KHÍ

371 Một chất khí có khối lượng m = 1,025g ở nhiệt độ 27°C có áp suất 0,5at và thể tích 1,8*l*.

a) Hỏi khí đó là khí gì ?

b) Vẫn ở 27°C, với 10g khí nói trên và có thể tích 5*l* thì áp suất là bao nhiêu ?

Giải

1. Định tên của khí :

Áp dụng : $PV = \dfrac{m}{M}RT \qquad (*) \qquad \Rightarrow \qquad M = \dfrac{mRT}{PV}$

Với :
- $m = 1,025g$
- $R = 8,2.10^{-2}\dfrac{atl}{mol.K}$
- $T = 273 + 27 = 300K$
- $P = 0,5at$
- $V = 1,8l$

nên : $M = \dfrac{1,025 \times 8,2.10^{-2} \times 300}{0,5 \times 1,8} = 28$ g/mol

Vậy : đó là khí Nitơ ($N_2 = 28$).

2. Áp suất của 10g khí :

$(*) \Rightarrow \quad P = \dfrac{m}{M}\dfrac{RT}{V} = \dfrac{10}{28} \times \dfrac{8,2.10^{-2}.300}{5} \approx 1,757at.$

TÍNH LƯỢNG KHÍ THOÁT RA KHỎI PHÒNG DO NHIỆT ĐỘ TĂNG

372 **Trong một phòng thể tích $30m^2$, nhiệt độ tăng từ 17°C đến 27°C, khi đó khối lượng khí trong phòng thay đổi đi bao nhiêu, nếu áp suất khí quyển lấy bằng 1at. Coi không khí như một chất khí có khối lượng mol M = 29g/mol.**

Giải

Vì phòng không kín đối với không khí nên áp suất khí trong phòng luôn bằng áp suất khí quyển, còn thể tích khí là thể tích phòng, do đó ta có :

- Ở nhiệt độ $t_1 = 17°C$: $PV = \frac{m_1}{M}RT_1 \Rightarrow m_1 = \frac{P.V.M}{RT_1}$
- Ở nhiệt độ $t_2 = 27°C$: $PV = \frac{m_2}{M}RT_2 \Rightarrow m_2 = \frac{P.V.M}{RT_2}$
- Lượng khí thay đổi $\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{PVM}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$

$$\begin{cases} \bullet\ P = 1at \\ \bullet\ V = 30m^3 = 3.10^4\,l \\ \bullet\ M = 29g/mol \\ \bullet\ R = 8,2.10^{-2}\ \frac{at.l}{molk} \\ \bullet\ T_1 = 17 + 273 = 290K \\ \bullet\ T_2 = 27 + 173 = 300K \end{cases}$$

nên $\Delta m = \frac{1 \times 3.10^4 \times 29}{8,2.10^{-2}}\left(\frac{1}{290} - \frac{1}{300}\right) = 1,22.10^3(g) = 1,22\ (kg).$

TÍNH KHỐI LƯỢNG RIÊNG CHẤT KHÍ

373 **Không khí tại mặt đất có áp suất P_1 = 76cmHg, nhiệt độ 27°C và khối lượng riêng là $1,29kg/m^3$.**

Hỏi tại đỉnh núi có áp suất không khí là P_2 = 38cmHg, nhiệt độ 7°C thì khối lượng riêng của không khí là bao nhiêu ?

Giải

- Ta xét 1 lượng không khí nhất định có khối lượng m thì với áp suất và nhiệt độ tại mặt đất, nó chiếm thể tích V_1 cho bởi :

$$P_1V_1 = \frac{m}{M}RT_1$$

Khối lượng riêng : $D_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{P_1M}{RT_1}$

- Với điều kiện áp suất và nhiệt độ tại đỉnh núi nó chiếm thể tích V_2 :

$$P_2V_2 = \frac{m}{M}RT_2$$

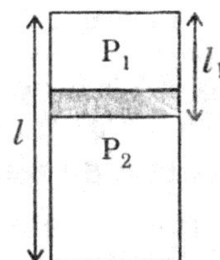
Khối lượng riêng : $D_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{P_2M}{RT_2}$

- Lập tỉ số :

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow D_2 = D_1 \times \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2} = 1,29.\frac{38}{76}.\frac{300}{280} \approx 0,69\text{kg/m}^3.$$

ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH PV = nRT

374 Một bình kín hình trụ đặt thẳng đứng có chiều dài *l* được chia thành hai ngăn nhờ một pittông nặng và cách nhiệt (H vẽ). Ngăn trên chứa 1 mol khí, ngăn dưới chứa 3 mol khí. Khi khí ở hai ngăn đều cùng một nhiệt độ t_1 thì pittông cách đầu trên của bình khoảng $l_1 = 0,4l$. Gọi P_o là áp suất của riêng pittông gây ra lên chất khí ngăn dưới.

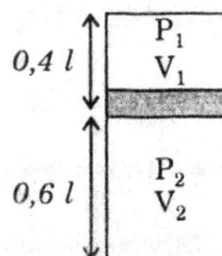


a) Tính áp suất P_1 và P_2 của không khí trong hai ngăn theo P_o.

b) Giữ nhiệt độ ngăn trên vẫn là $t_1 = 27°C$ thì nhiệt độ ngăn dưới là bao nhiêu để pittông cách đều hai đầu bình.

Giải

a) Áp suất P_1 và P_2 ở 2 ngăn :



Áp dụng phương trình PV = nRT, ta có :

- $P_1V_1 = RT_1$

$$P_1 \times 0,4lS = R.T_1 \quad (1)$$

và : $P_2V_2 = 3RT_1$

$$P_2.0,6lS = 3RT_1 \quad (2)$$

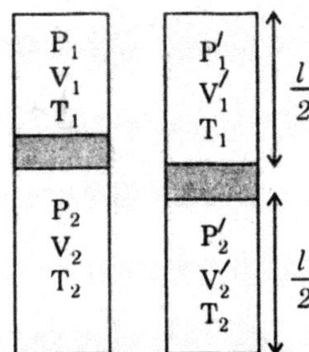
- Lập tỉ số : $\frac{0,4P_1}{0,6P_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow P_2 = 2P_1$

- Mặt khác : $P_2 = P_1 + P_o$

$$2P_1 = P_1 + P_o \Rightarrow P_1 = P_o \text{ và } P_2 = 2P_o.$$

b) Nhiệt độ ngăn dưới T_2 để pittông cách đều hai đầu bình :

- Biến đổi trạng thái khí ở ngăn trên là biến đổi đẳng nhiệt nên :



$$P_1' V_1' = P_1V_1$$

$$P_1' \times 0,5lS = P_1 \times 0,4lS$$

$$\Rightarrow P_1' = 0,8P_1 = 0,8P_o$$

- Biến đổi trạng thái ở ngăn dưới : $\frac{P_2'V_2'}{T_2} = \frac{P_2V_2}{T_1}$

$$\Rightarrow \quad P_2' = P_2 \times \frac{V_2}{v_2'} \times \frac{T_2}{T_1} = 2P_o \times \frac{0,6lS}{0,5S} \times \frac{T_2}{T_1} = 2,4P_o \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

- Mà : $P_2' = P_1' + P_o$

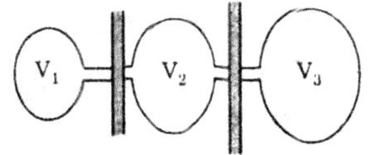
$$2,4P_o \cdot \frac{T_2}{T_1} = 0,8P_o + P_o = 1,8P_o$$

$$\Rightarrow \quad T_2 = 0,75T_1 = 0,75 \times 300 = 225K.$$

SỰ DI CHUYỂN KHÍ TRONG CÁC BÌNH THÔNG NHAU KHI CÓ SỰ THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ

375 **Có 3 bình thể tích V_1, V_2, V_3 mà $V_3 = 1,5V_2 = 3V_1$ thông với nhau nhưng cách nhiệt. Lúc đầu chúng cùng nhiệt độ 600K. Sau đó nhiệt độ bình 1 là $T_1 = 300K$, bình 2 là $T_2 = 1800K$.**

Hỏi nhiệt độ bình 3 phải là bao nhiêu để áp suất trong bình vẫn giống như lúc đầu.



Giải

- Thể tích 3 bình : $V = V_1 + V_2 + V_3 = V_1 + 2V_1 + 3V_1 = 6V_1$
- Lúc ban đầu : $P(6V_1) = n.R.T_o$

$$\Rightarrow \quad n = \frac{6PV_1}{RT_o} = \frac{6}{600}\frac{PV_1}{R} = \frac{1}{100}.\frac{PV_1}{R}$$

- Lúc sau : số mol khí trong các bình lần lượt là :

$$n_1 = \frac{PV_1}{RT_1} = \frac{1}{300}.\frac{PV_1}{R}$$

$$n_2 = \frac{PV_2}{RT_2} = \frac{P(2V_1)}{R(1800)} = \frac{1}{900}.\frac{PV_1}{R}$$

$$n_3 = \frac{PV_3}{RT_3} = \frac{P(3V_1)}{RT_3} = \frac{3}{T_3}.\frac{PV_1}{R}$$

- Khi nhiệt độ thay đổi có sự di chuyển khí trong bình nhưng tổng số mol không đổi :

$$n = n_1 + n_2 + n_3$$

$$\frac{1}{100}.\frac{PV_1}{R} = \left(\frac{1}{300} + \frac{1}{900} + \frac{3}{T_3}\right)\frac{PV_1}{R}$$

$$\frac{1}{100} = \frac{1}{300} + \frac{1}{900} + \frac{3}{T_3} \quad \Rightarrow \quad T_3 = 540K.$$

PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KẾT HỢP VỚI LỰC ĐẨY ARCHIMÈDE CỦA KHÔNG KHÍ

376 **1. Tính khối lượng riêng của không khí và khí H_2 ở áp suất và nhiệt độ của khí quyển : $P_o = 10^5 N/m^2$; $t_o = 27°C$. Biết khối lượng mol của không khí là $M = 29g/mol$.**

2. Bơm khí H_2 vào quả bóng sao cho bóng lơ lửng. Khối lượng vỏ quả bóng là $m = 2g$. Tính thể tích quả bóng. Cho rằng áp suất và nhiệt độ khí H_2 trong quả bóng cũng là áp suất và nhiệt độ khí quyển (P_o và T_o ở câu 1). Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

1. *Khối lượng riêng không khí và khí H_2 :*

Từ : $P_oV = \frac{m}{M}RT_o \Rightarrow D = \frac{m}{V} = \frac{P_oM}{RT_o}$

• *Không khí :* $D_{KK} = \frac{P_o.M_{KK}}{R.T_o}$

Với : $\begin{cases} \bullet\ P_o = 10^5 N/m^2 \\ \bullet\ M_{KK} = 29g/mol = 29.10^{-3}\frac{kg}{mol} \\ \bullet\ R = 8{,}31\frac{J}{mol.K} \\ \bullet\ T_o = 27 + 273 = 300K \end{cases}$

nên : $D_{KK} = \frac{10^5.29.10^{-3}}{8{,}31.300} = 1{,}163\ (kg/m^3)$.

• *Khí H_2 :* $D_{H_2} = \frac{P_o.M_H}{R.T_o}$ với $M_H = 2.10^{-3}\frac{kg}{mol}$

$= \frac{10^5.2.10^{-3}}{8{,}31 \times 300} = 0{,}080\ (kg/m^3)$.

2. *Thể tích quả bóng khi nó lơ lửng :*

Quả bóng lơ lửng khi trọng lượng vỏ và khí H_2 trong quả bóng bằng với lực đẩy Archimède :

• Trọng lượng vỏ : $10.m = 10 \times 2.10^{-3}(N)$

• Trọng lượng khí H_2 : $10 \times (V.D_{H_2}) = 10 \times 0{,}080V$

• Lực đẩy Archimède : $V \times (10D_{KK}) = 10 \times 1{,}163.V$

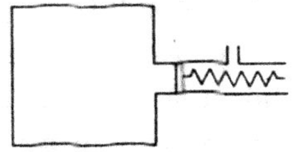
Vậy : $10 \times 2.10^{-3} = -10 \times 0{,}08V + 10 \times 1{,}163V$

$2.10^{-3} = -0{,}08V + 1{,}163V$

$\Rightarrow V = 1{,}847.10^{-3}(m^3) = 1{,}847(l)$

SỰ CÂN BẰNG CỦA PITTÔNG DƯỚI ÁP LỰC CỦA KHÍ VÀ CỦA LỰC ĐÀN HỒI

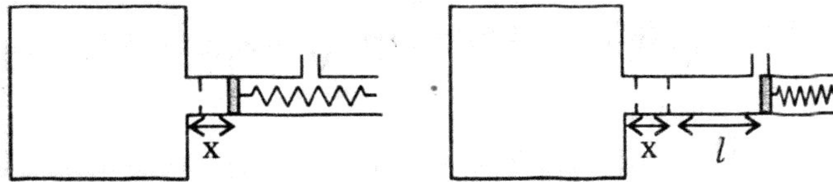
377 **Một bình có thể tích V chứa 1 mol khí lí tưởng và một cái van bảo hiểm là một xilanh rất nhỏ so với bình, trong có một pittông diện tích S, giữ bằng lò xo có độ cứng K (HV). Khi nhiệt độ là T_1 thì pittông ở cách lỗ thoát một khoảng l. Nhiệt độ của khí tăng tới giá trị T_2 nào thì khí thoát ra ngoài ?**



Ghi chú cho học sinh đầu năm lớp 10 : Khi lò xo co (hoặc dãn) 1 khoảng x thì nó sinh ra một lực : F = K.x

(Đề thi chọn HS giỏi toàn quốc – 1986)

Giải



- Lúc đầu : Áp suất của khí : $P_1 = \dfrac{RT_1}{V}$

  Áp lực của khí lên pittông : $F_1 = P.S = \dfrac{RT_1}{V}.S$

  Áp lực của không khí lên pittông : $F_2 = P_o.S$

  Lực đàn hồi của lò xo do co lại khoảng x : $F_3 = K.x$

  Lúc pittông cân bằng : $F_1 = F_2 + F_3$

$$\frac{RT_1}{V}.S = P_o.S + K.x \quad (1)$$

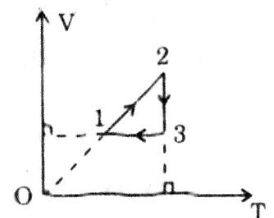
- Khí thoát ra ngoài khi lò xo co lại thêm khoảng l nên tương tự như (1) ta có :

$$\frac{RT_2}{V}.S = P_oS + K(x + l) \quad (2)$$

- (2) – (1) $\Rightarrow$ $\dfrac{RS}{V}(T_2 - T_1) = K.l$ $\Rightarrow$ $T_2 = T_1 + \dfrac{KlV}{R.S}$.

CHUYỂN ĐỒ THỊ TRONG HỆ TỌA ĐỘ NÀY SANG HỆ TỌA ĐỘ KHÁC

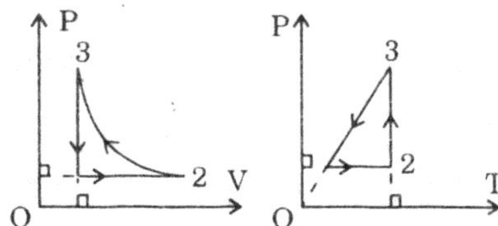
378 **Hình vẽ sau đây cho biết đồ thị thay đổi trạng thái của khí lí tưởng trong hệ tọa độ (V, T). Hãy biểu thị quá trình này thành các đồ thị trong hệ tọa độ (P, V) và (P, T).**



Giải

- Quá trình biến đổi từ trạng thái (1) → (2) là quá trình đẳng áp (vì đồ thị trong hệ tọa độ V – T qua gốc O).

- Quá trình biến đổi từ (2) → (3) là đẳng nhiệt.
- Quá trình biến đổi từ (3) → (1) là đẳng tích. Do đó đồ thị trong hệ tọa độ (P, V) và (P, T) được diễn tả như 2 hình bên.



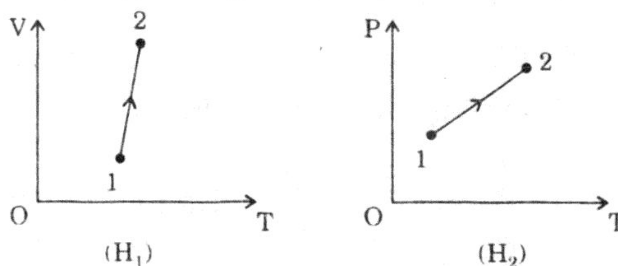
DỰA VÀO ĐỒ THỊ ĐỂ TÌM SỰ THAY ĐỔI THÔNG SỐ TRẠNG THÁI CHƯA BIẾT

379 **Nung nóng 1 khối khí nhất định, ta vẽ được đồ thị của chúng theo 1 trong 2 đồ thị như sau :**

Dựa vào đồ thị và định luật Boyle – Mariotte, hãy tìm xem trong thời gian nung nóng khí:

– (H_1) : áp suất khí tăng hay giảm?

– (H_2) : khí bị nén hay dãn?



Giải

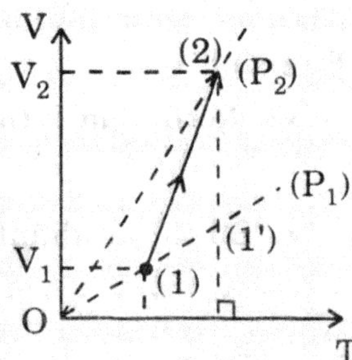
a) H_1 : áp suất khí tăng hay giảm ?

- (OP_1) và (OP_2) là các đường đẳng áp có áp suất P_1 và P_2
- (2) và (1') đẳng nhiệt nên :

$$P_2V_2 = P_1V_1'$$

$$\Rightarrow \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1'}{V_2} < 1$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{P_2 < P_1} : \text{ Áp suất khí giảm.}$$



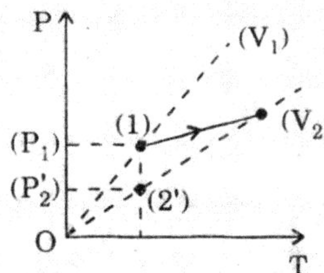
b) H_2 : Khí bị nén hay dãn :

- (OV_1) và (OV_2) là các đường đẳng tích có thể tích V_1, V_2.
- (1) và (2') đẳng nhiệt nên :

$$P_1V_1 = P_2'.V_2$$

$$\Rightarrow \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2'}{P_1} < 1$$

$$\Rightarrow \quad V_1 < V_2 : \text{ Dãn khí.}$$



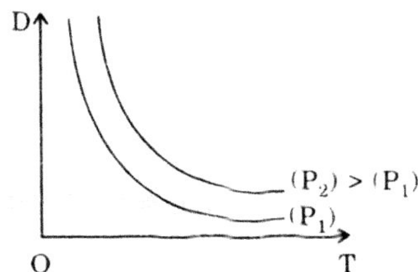
ĐỒ THỊ CỦA KHỐI LƯỢNG RIÊNG THEO ÁP SUẤT HOẶC NHIỆT ĐỘ

380 **Vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi :**

a) Của khối lượng riêng theo nhiệt độ T trong quá trình biến đổi đẳng áp (vẽ 2 đường ứng với 2 áp suất khác nhau).

b) Của khối lượng riêng theo áp suất trong quá trình đẳng nhiệt (Vẽ 2 đường ứng với 2 nhiệt độ khác nhau).

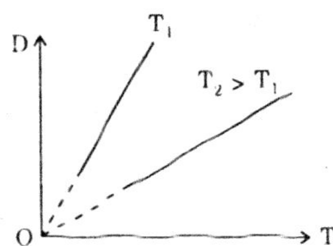
Giải



Từ $PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow D = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$

a) Biến đổi đẳng áp : $D = \frac{PM}{R} \cdot \frac{1}{T}$

trong đó $\frac{PM}{R}$ không đổi; T thay đổi nên đồ thị là đường hyperbol (giống như $y = \frac{a}{x}$)

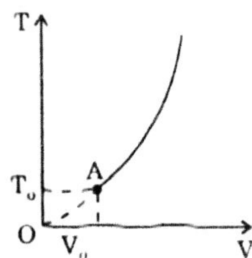


b) Biến đổi đẳng nhiệt : $D = \frac{M}{RT} \times P$

Trong đó : $\frac{M}{RT}$: không đổi; P thay đổi nên đồ thị là đường thẳng qua gốc O (giống như y = a.x)

CHUYỂN ĐỒ THỊ TỪ HỆ TỌA ĐỘ (T, V) SANG HỆ TỌA ĐỘ (P, V)

381 Một mol khí lí tưởng thực hiện một quá trình biến đổi được biểu diễn bằng nhánh parabol qua điểm A (V_o, T_o) (Hình vẽ).



Vẽ đồ thị của P theo V trong quá trình biến đổi trên.

Giải

- Đồ thị là nhánh parabol qua O nên có dạng tổng quát :

$$T = a.V^2 \quad (\text{giống } y = a.x^2)$$

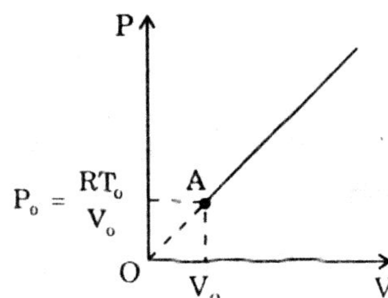
Đồ thị qua A nên : $T_o = a.V_o^2 \Rightarrow a = \frac{T_o}{V_o^2}$

Vậy : $$T = \frac{T_o}{V_o^2}V^2 \qquad (1)$$

- Có : $$PV = R.T \quad (\text{với } n = 1\text{mol}) \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $PV = R.\frac{T_o}{V_o^2}.V^2$

$$\Rightarrow P = \frac{RT_o}{V_o^2}.V$$

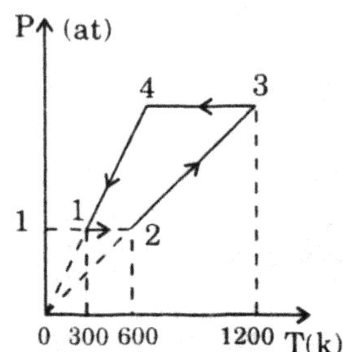


Trong đó $\frac{RT_o}{V_o^2}$ không đổi nên đồ thị là đường thẳng qua gốc O trong hệ tọa độ (P, V).

DỰA VÀO ĐỒ THỊ XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TRẠNG THÁI

382 **Một mol khí lí tưởng thực hiện chu trình 1 – 2 – 3 – 4 như hình vẽ trong đó : P_1 = 1at ; T_1 = 300K ; T_2 = 600K ; T_3 = 1200K.**

Xác định đầy đủ các thông số ở mỗi trạng thái.



Giải

- *Trạng thái 1 :*

  + P_1 = 1at

  + T_1 = 300K

  + $V_1 = \dfrac{RT_1}{P_1} = \dfrac{8{,}2.10^{-2}.300}{1} = 24{,}6\ (l)$

- *Trạng thái 2 :*

  + P_2 = 1at

  + T_2 = 600K

  + $V_2 = \dfrac{RT_2}{P_2} = \dfrac{8{,}2.10^{-2}.600}{1} = 49{,}2l$

- *Trạng thái 3 :*

  + $V_3 = V_2 = 49{,}2l$ (2 – 3 là biến đổi đẳng tích)

  + T_3 = 1200K

  + $P_3 = \dfrac{RT_3}{V_3} = \dfrac{8{,}2.10^{-2}.1200}{49{,}2} = 2at$

- *Trạng thái 4 :*

  + $P_4 = P_3 = 2at$

  + $V_4 = V_1 = 24{,}6l$ (1 – 4 là biến đổi đẳng tích)

  + $T_4 = \dfrac{P_4V_4}{R} = \dfrac{2 \times 24{,}6}{8{,}2.10^{-2}} = 600K.$

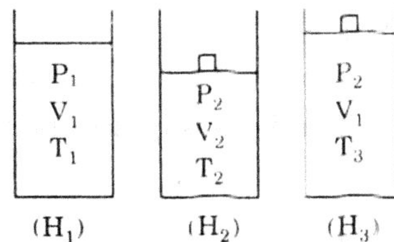
BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

383 Một xilanh cách nhiệt đặt thẳng đứng với pittông nhẹ, diện tích $S = 20cm^2$ có thể trượt không ma sát. Khi đứng yên pittông cách đáy xilanh 50cm. Nhiệt độ không khí chứa trong xilanh là 27°C. Đặt lên pittông 1 quả cân có trọng lượng F = 50N thì pittông di chuyển và khi pittông cách đáy 45cm thì nó dừng lại. Áp suất khí quyển là $P_o = 10^5N/m^2$.

a) Tính nhiệt độ của không khí trong xilanh sau khi pittông dịch chuyển.

b) Để pittông trở về vị trí cũ (quả cân vẫn đặt trên pittông) thì nhiệt độ không khí trong xilanh phải là bao nhiêu ?

Hướng dẫn



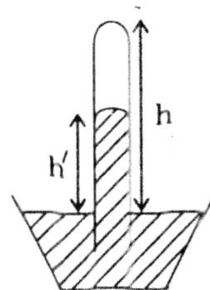
- (H_1) và (H_2) : $T_2 = T_1 . \frac{P_2}{P_o} . \frac{V_2}{V_1}$

  Với $P_2 = P_o + \frac{F}{S} = 12{,}5.10^4 N/m^2$

  nên : $T_2 = 337{,}5K$

- (H_1) và (H_3) : $T_3 = T_1 \times \frac{P_2}{P_o} = 375K.$

384 Một ống thủy tinh trong có chứa khí ở 0°C. Đầu trên kín, đầu dưới hở được ấn vào chậu thủy ngân sao cho chiều cao ống trên mặt thủy ngân là h = 20cm. Ở 0°C cột thủy ngân trong ống cao $h' = 10cm$. Để mực thủy ngân trong và ngoài ống ngang nhau thì nhiệt độ khí trong ống phải là bao nhiêu ? Biết áp suất khí quyển là $P_o = 76cmHg$ và coi chiều cao ống trên mặt thủy ngân của chậu là không đổi.



Hướng dẫn

- $T_2 = T_1 \times \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1}$ $\begin{cases} \bullet\ P_2 = P_o = 76cmHg \\ \bullet\ P_1 = P_o - h' = 66cmHg \end{cases}$

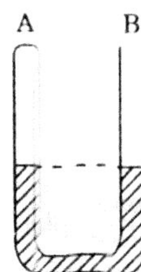
- $T_2 = 273 \times \frac{76}{66} \times \frac{20S}{10S} = 628{,}7K.$

385 Khi đun nóng đẳng tích một khối khí thêm 600K thì áp suất tăng lên 3 lần so với ban đầu. Tính nhiệt độ ban đầu.

Hướng dẫn

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} = \frac{2P_1}{600} \quad \Rightarrow \quad T_1 = 300K.$$

386 Một ống hình chữ U tiết diện đều, trong có chứa Hg. Đầu nhánh A được hàn kín chứa không khí, đầu nhánh B để hở. Áp suất khí quyển là $P_o = 76cmHg$. Lúc nhiệt độ không khí trong ống là 27°C thì chiều cao cột không khí ở nhánh A là 30cm và 2 mực thủy ngân trong 2 nhánh ngang nhau (Hình vẽ).



Hỏi khi nhiệt độ không khí trong ống là 127°C thì 2 mực thủy ngân chênh nhau bao nhiêu ?

Hướng dẫn

- $\frac{P_oV_o}{T_o} = \frac{PV}{T}$

  $\frac{76 \times 30}{300} = \frac{(76 + 2h)(30 + h)}{400}$

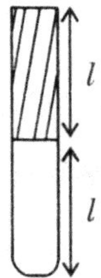
- $h^2 + 68h - 380 = 0$. Chỉ nhận $h = 5,2$ (cm)
- 2 mực Hg chênh : $2h = 10,4$ (cm).

387 Áp suất tăng thêm 0,25 lần áp suất đầu. Thể tích giảm đi 0,3 lần thể tích đầu. Hỏi nhiệt độ sau tăng hay giảm bao nhiêu so với nhiệt độ đầu.

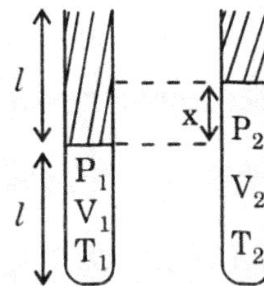
Hướng dẫn

- Áp suất sau : $P = P_o + 0,25P_o = 1,25P_o$
- Thể tích sau : $V = V_o - 0,3V_o = 0,7V_o$
- $\dfrac{PV}{T} = \dfrac{P_oV_o}{T_o} \Rightarrow T - T_o = -0,125T_o$: giảm.

388 Một ống thủy tinh, tiết diện nhỏ chiều dài $2l = 100$cm, dựng thẳng đứng, đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Phía đáy ống chứa không khí và phía trên chứa đầy thủy ngân. (Hình vẽ) Không khí trong ống ở 27°C thì chiều cao không khí trong ống là $l = 50$cm. Hỏi nhiệt độ tối đa của không khí trong ống là bao nhiêu để còn thủy ngân trong ống. Biết áp suất khí quyển là $P_o = 76$cmHg.



Hướng dẫn



- Ở $T_1 = 300K$: $\begin{cases} P_1 = P_o + l = 126(\text{cmHg}) \\ V_1 = l.S = 50S \end{cases}$
- Ở T_2 : $\begin{cases} P_2 = P_o + (l - x) = 126 - x(\text{cmHg}) \\ V_2 = (l + x)S = (50 + x)S \end{cases}$
- Áp dụng : $\dfrac{P_1V_1}{T_1} = \dfrac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \dfrac{-x^2 + 76x + 6300}{21}$
- T_2 đạt cực đại khi : $y = -x^2 + 76x + 6300$ cực đại

  lúc đó : $x = -\dfrac{b}{2a} = 38$ (cm)

  Và : $T_2(\max) = 368,8K$.

389 Một ống thủy tinh hình trụ được nhúng thẳng đứng vào chậu nước (trọng lượng riêng của nước là $d = 10^4 N/m^3$) sao cho miệng ống ở dưới. Nhiệt độ cột không khí trong ống là 27°C, chiều cao cột không khí là $l_o = 20$cm. Áp suất khí quyển là $9,8.10^4 N/m^2$.

a) Kéo ống lên sao cho phần ống nằm trên mặt nước là $l = 30$cm.

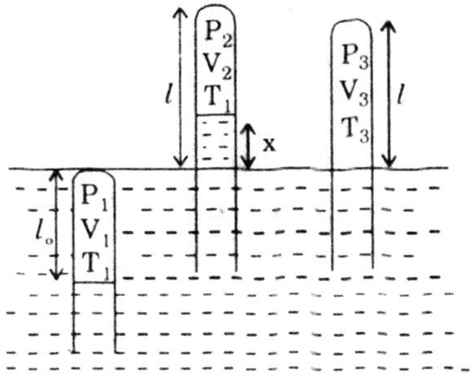
Hỏi mực nước trong và ngoài ống chênh lệch nhau bao nhiêu ? Biết rằng nhiệt độ không khí trong ống vẫn không đổi.

b) Ống vẫn giữ nguyên vị trí như câu a. Để mực nước trong và ngoài ống ngang nhau ta thay đổi nhiệt độ của không khí trong ống. Tìm nhiệt độ mới.

Hướng dẫn

a) • Trước khi kéo lên :

$$\begin{cases} P_1 = P_o + l_o.d = 10^5 \dfrac{N}{m^2} \\ V_1 = l_o.S = 0,2S \end{cases}$$



• Sau khi kéo lên :

Gọi x là độ chênh giữa 2 mực chất lỏng trong và ngoài ống (x > 0 nếu chất lỏng trong cao hơn; x : tính bằng m)

$$\begin{cases} P_2 = P_o - x.d = 9,8.10^4 - 10^4.x \\ V_2 = (l - x)S = (0,3 - x)S \end{cases}$$

• Vì đẳng nhiệt : $P_1V_1 = P_2V_2$

$$10^5.0,2S = (9,8.10^4 - 10^4.x)(0,3 - x)S$$

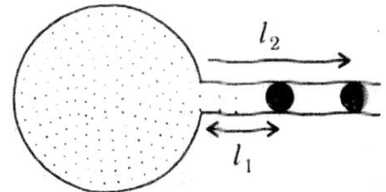
$$\Rightarrow \quad x^2 - 10,1x + 0,94 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 10(m) > 30\,(cm) : \text{loại} \\ x \approx 9,39\,(cm) \end{cases}$$

b) • Ở nhiệt độ T_3 : $\begin{cases} P_3 = P_o = 9,8.10^4\,N/m^2 \\ V_3 = l \times S = 0,3.S \end{cases}$

• Áp dụng : $\dfrac{P_1V_1}{T_1} = \dfrac{P_3V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = 441K.$

390 Một bình cầu chứa không khí được ngăn cách với không khí bên ngoài bằng giọt Hg có thể dịch chuyển trong ống nằm ngang. Ống có tiết diện S = 0,1cm². Ở 20°C, giọt Hg cách mặt bình cầu là l_1 = 10cm. Ở 25°C giọt Hg cách mặt bình cầu là l_2 = 20cm.



Hỏi thể tích bình cầu, cho rằng thể tích vỏ bình coi như không đổi.

Hướng dẫn

$$\frac{V + l_1.S}{T_1} = \frac{V + l_2.S}{T_2}$$

$$\frac{V + 10.0,1}{293} = \frac{V + 20.01}{298} \Rightarrow V = 57,6\ (cm^3).$$

391 Một quả bóng cao su có vỏ rất mỏng chứa không khí.

– Nhiệt độ không khí là $t_1 = 27^oC$, áp suất khí quyển là $P_o = 10^5 N/m^2$, quả bóng có thể tích $V_o = 2l$.

– Nhúng quả bóng xuống một hồ nước sâu h = 5m, nhiệt độ nước ở độ sâu ấy là $t_2 = 15^oC$ thì thể tích quả bóng là bao nhiêu ?

Biết khối lượng riêng của nước là $D = 1000kg/m^3$ và bỏ qua ảnh hưởng của vỏ quả bóng do nó bị căng.

Hướng dẫn

- Trong không khí : $\begin{cases} P_o = 10^5 \dfrac{N}{m^2} \\ V_o = 2l \\ T_o = 300K \end{cases}$

- Trong nước : $\begin{cases} P = P_o + h.d = 1{,}5.10^5 \dfrac{N}{m^2} \\ T = 288K \end{cases}$

- Áp dụng : $\dfrac{PV}{T} = \dfrac{P_oV_o}{T_o} \Rightarrow V = 1{,}28l.$

392 Có 0,5 mol khí H_2 ở áp suất 3at và nhiệt độ 27^oC.

a) Tính thể tích khí H_2.

b) Hơ nóng đẳng áp, khí dãn nở đến thể tích $10l$. Tính nhiệt độ sau khi hơ nóng.

c) Tính khối lượng riêng của khí trước và sau khi hơ nóng.

Hướng dẫn

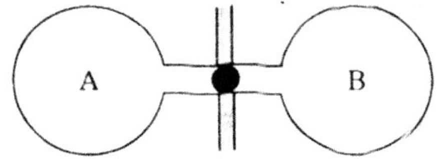
a) $PV_1 = nRT_1 \Rightarrow V_1 = 0{,}5.\dfrac{8{,}2.10^{-2}.300}{3} = 4{,}1\ (l)$

b) $T_2 = \dfrac{V_2}{V_1}T_1 \approx 731{,}7K$

c) • $D_1 = \dfrac{m}{V_1} = \dfrac{PM}{RT_1} \approx 0{,}244\ (g/l)$.

• $D_2 = \dfrac{m}{V_2} = \dfrac{PM}{RT_2} \approx 0{,}1\ (g/l)$.

393. Hai bình giống nhau cách nhiệt chứa không khí (Hình vẽ). Ngăn cách không khí hai bình bằng giọt Hg có thể dịch chuyển trong ống nằm ngang đủ dài. Bình A chứa không khí ở 250K, bình B ở 300K.



Bỏ qua sự thay đổi thể tích của vỏ bình khi nhiệt độ thay đổi.

Giọt Hg có dịch chuyển hay không và nếu có, nó sẽ dịch chuyển về phía nào nếu :

a) Nhiệt độ tuyệt đối mỗi bình cùng tăng lên 2 lần.

b) Nhiệt độ mỗi bình tăng thêm 50°C.

Hướng dẫn

- Nhiệt độ ban đầu :

$$\left.\begin{aligned} PV_1 &= \frac{m_1}{M}RT_1 \\ PV_2 &= \frac{m_2}{M}RT_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{T_1}{T_2} \qquad (1)$$

- Nhiệt độ sau :

$$\left.\begin{aligned} PV_1' &= \frac{m_1}{M_1}RT_1' \\ PV_2' &= \frac{m_2}{M_2}RT_2' \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{T_1'}{T_2'} \qquad (2)$$

a) $\dfrac{T_1'}{T_2'} = \dfrac{T_1}{T_2} \Rightarrow \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{V_1'}{V_2'} \Rightarrow \dfrac{V_1}{V_1'} = \dfrac{V_2}{V_2'} = \dfrac{V_1 + V_2}{V_1' + V_2'} = 1$

$\Rightarrow V_1 = V_1'$: Giọt Hg đứng yên

b) (1) $\Rightarrow \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{250}{300}\dfrac{m_1}{m_2} = K_1$

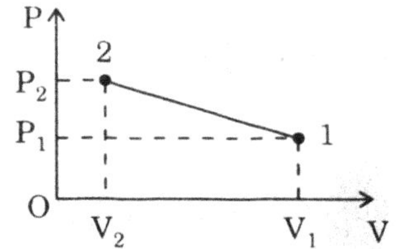
$$\Rightarrow \frac{V_1}{K_1} = \frac{V_2}{1} = \frac{V_1 + V_2}{K_1 + 1} = \frac{V}{K_1 + 1} \qquad (3)$$

(2) $\Rightarrow \dfrac{V_1'}{V_2'} = \dfrac{300}{350}\dfrac{m_1}{m_2} = K_2 > K_1$

$$\Rightarrow \frac{V_1'}{K_2} = \frac{V_2'}{1} = \frac{V_1' + V_2'}{K_2 + 1} = \frac{V}{K_2 + 1} < \frac{V}{K_1 + 1} \qquad (4)$$

(3) và (4) $\Rightarrow V_2' < V_2$: Giọt Hg dịch về B.

394 Một mol khí lí tưởng biến đổi theo quá trình biểu diễn bằng đoạn thẳng 1 – 2 trong mặt phẳng P – V như hình vẽ với $P_1 = 8{,}2at$; $V_1 = 3l$ và $P_2 = 16{,}4at$; $V_2 = 1l$.



a) Lập biểu thức của nhiệt độ tuyệt đối T theo V.

b) Tính T_{max} và thể tích V tương ứng.

c) Vẽ đồ thị của T theo V.

Hướng dẫn

a) Phương trình đường 1 – 2 có dạng :

$$P = aV + b$$

- Qua 1 : $P_1 = aV_1 + b$ (1)
- Qua 2 : $P_2 = aV_2 + b$ (2)

(1) và (2) tính được : $a = \dfrac{P_2 - P_1}{V_2 - V_1}$ và $b = \dfrac{P_1V_2 - P_2V_1}{V_2 - V_1}$

Vậy : $$P = \frac{P_2 - P_1}{V_2 - V_1}.V + \frac{P_1V_2 - P_2V_1}{V_2 - V_1}$$

- Mặt khác : P.V = RT

nên $$\frac{P_2 - P_1}{V_2 - V_1}.V^2 + \frac{P_1V_2 - P_2V_1}{V_2 - V_1}V = R.T$$

$$\Rightarrow \quad T = \frac{P_2 - P_1}{R(V_2 - V_1)}V^2 + \frac{P_1V_2 - P_2V_1}{R(V_2 - V_1)}V$$

- Áp dụng số : $T = -50.V^2 + 250.V$ $(V : l)$ (3)

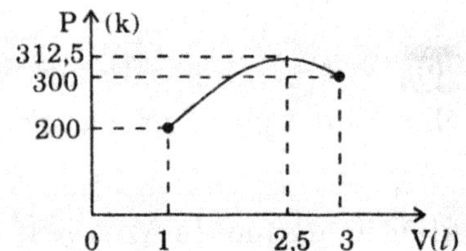
b) Phương trình có dạng $y = ax^2 + bx$ nên y cực đại ứng với :

$$x = -\frac{b}{2a}$$

Vậy : T_{max} ứng với $V_o = \dfrac{-250}{2(-50)} = 2{,}5l$

(1) $\Rightarrow T_{max} = 312{,}5K$.

c) Đồ thị : Hình bên.



395 Người ta bơm khí H_2 vào một bình cầu có thể tích $V = 10l$. Sau khi bơm xong, áp suất khí trong bình là P = 1at, nhiệt độ t = 20°C.

Hỏi phải bơm bao nhiêu lần, biết mỗi lần bơm đã đưa được 0,05g khí H_2 vào quả bóng và lúc đầu quả bóng xem như chưa có khí H_2.

Hướng dẫn

- $m = \dfrac{PVM}{RT} \approx 0{,}83g$
- Số lần bơm : $\dfrac{0{,}83}{0{,}05} = 16{,}6$ (lần)

396 Một bình chứa khí ở nhiệt độ 27°C và áp suất 4at. Nếu $\dfrac{1}{2}$ khối khí thoát ra khỏi bình và nhiệt độ hạ xuống tới 12°C thì khí trong bình còn lại sẽ có áp suất là bao nhiêu ?

Hướng dẫn

- $\left.\begin{aligned} P_1V &= \dfrac{m}{M}RT_1 \\ P_2V &= \dfrac{m}{2M}RT_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \dfrac{P_1}{P_2} = 2 \times \dfrac{T_1}{T_2}$
- $P_2 = P_1 \times \dfrac{T_2}{2T_1} = 1{,}9$ (at)

397 Ban đầu một bình chứa khí có áp suất $P_1 = 2.10^7P_a$, nhiệt độ $t_1 = 47°C$. Sau đó khí thoát ra ngoài làm áp suất khí trong bình là $P_2 = 5.10^6P_a$, nhiệt độ $t_2 = 7°C$. Khối lượng bình khí (cả vỏ bình và khí) đã giảm đi $\Delta m = 1kg$. Hỏi khối lượng khí có trong bình lúc đầu.

Hướng dẫn

- $P_1V = \dfrac{m_1}{M}RT_1 \Rightarrow \dfrac{m_1T_1}{P_1} = \dfrac{MV}{R}$ (1)
- $P_2V = \dfrac{m_2}{M}RT_2 \Rightarrow \dfrac{m_2T_2}{P_2} = \dfrac{MV}{R}$ (2)
- (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{m_1}{\dfrac{P_1}{T_1}} = \dfrac{m_2}{\dfrac{P_2}{T_2}} = \dfrac{m_1 - m_2}{\dfrac{P_1}{T_1} - \dfrac{P_2}{T_2}} = \Delta m \times \dfrac{T_1 \times T_2}{P_1T_2 - P_2T_1}$

$$\Rightarrow m_1 = \Delta m \times \frac{P_1T_2}{P_1T_2 - P_2T_1} = 1{,}4 \text{ (kg)}$$

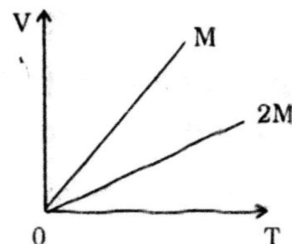
398 Một xy lanh chứa khí đặt thẳng đứng được đậy bằng một pittông có thể chuyển động không ma sát. Nung nóng xy lanh để nhiệt độ khí tăng dần.

Vẽ đồ thị của thể tích V của khí theo nhiệt độ T ứng với hai chất khí có khối lượng mol là M và 2M.

Hướng dẫn

$P.V = \dfrac{m}{M}RT \Rightarrow V = \dfrac{mR}{MP} \times T$:

đồ thị V theo T là đường thẳng qua gốc O.



Chương VII CÁC TRẠNG THÁI CƠ BẢN CỦA CHẤT

§22. CHẤT RẮN

I. Biến dạng của vật rắn

a) Lực đàn hồi : $F = K|\Delta l|$

- K : Hệ số đàn hồi (N/m^2)
- $|\Delta l|$: Độ biến dạng (m)
- F : Lực đàn hồi (N)

b) Hệ số đàn hồi : $K = E.\dfrac{S}{l_o}$

- E : Suất đàn hồi (hay suất Young) $\left(P_a = \dfrac{N}{m^2}\right)$
- S : Tiết diện ngang vật rắn (m^2)
- l_o : Chiều dài ban đầu (m)

c) Giới hạn bền : $\sigma_b = \dfrac{F_b}{S}$

- F_b : Lực nhỏ nhất để làm dây đứt (N)
- S : Tiết diện ngang của dây

II. Sự nở vì nhiệt của vật rắn

a) Sự nở dài : $l_t = l_o(1 + \alpha t)$

- l_t : Chiều dài của vật ở t^oC (m)
- l_o : Chiều dài của vật ở 0^oC (m)
- α : Hệ số nở dài (K^{-1})

b) Sự nở khối : $V_t = V_o(1 + \beta t)$

- V_t : Thể tích vật ở t^oC (m^3)
- V_o : Thể tích vật ở 0^oC (m^3)
- $\beta \approx 3\alpha$: Hệ số nở khối (K^{-1})

ĐỊNH LUẬT HOOKE : $F = K|\Delta l|$

399 **Một lò xo có chiều dài tự nhiên l_o = 20cm. Đầu trên treo vào một điểm cố định, đầu dưới móc vào vật nặng A có trọng lực P_1 = 2N thì lò xo có chiều dài l_1 = 22cm.**

a) Tính hệ số đàn hồi (độ cứng) K của lò xo.

b) Nếu treo thêm vật B có trọng lực P_2 = 1N thì lò xo có chiều dài l_2 bằng bao nhiêu ?

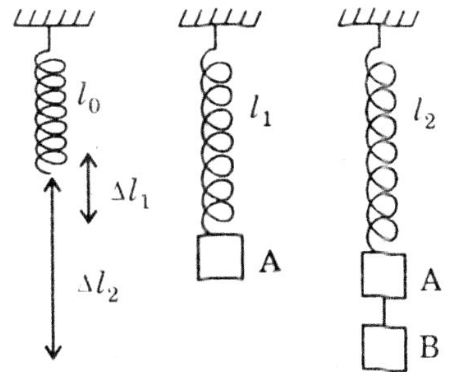
Giải

a) Hệ số đàn hồi K của lò xo :

Định luật Hooke :

$$P_1 = K|\Delta l_1| = K(l_1 - l_o)$$

$$\Rightarrow \quad K = \frac{P_1}{l_1 - l_o} = \frac{2}{0{,}02} = 100\frac{N}{m}$$



b) Chiều dài lò xo l_2 khi treo thêm vật B :

- $P = P_1 + P_2 = 3N$
- Độ dãn : $\Delta l_2 = \frac{P}{K} = \frac{3}{100} = 0{,}03$ (m)

$$l_2 = l_o + \Delta l_2 = 23 \text{ (cm)}$$

LIÊN QUAN GIỮA LỰC ĐÀN HỒI VÀ SUẤT YOUNG – LỰC BÉ NHẤT ĐỂ DÂY ĐỨT

400 **Một thanh thép tròn đường kính d = 4cm chịu tác dụng lực F = 5024N dọc theo trục của nó. Tính :**

a) Độ biến dạng của thanh thép, biết suất Young của thép là $E = 2.10^{11}$ Pa và thanh dài l_o = 50cm.

b) Để thanh thép bị đứt ta phải tác dụng một lực bé nhất là bao nhiêu, biết giới hạn bền của thép $\sigma_b = 6{,}86.10^8$ Pa ?

Giải

a) Độ biến dạng của thanh thép :

- $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14(4.10^{-2})^2}{4} = 12{,}56.10^{-4}$ (m^2)
- $F = K|\Delta l|$ với $K = E.\frac{S}{l_o}$ nên : $F = E.S.\frac{|\Delta l|}{l_o}$

$$|\Delta l| = \frac{F \times l_o}{E.S} = \frac{5024 \times 0,5}{2.10^{11} \times 12,56 \times 10^{-4}} = 10^{-5} \text{ m}$$

$\Delta l = 0,01$ (mm)

Độ biến dạng này rất bé nên mắt ta khó thấy.

b) Lực bé nhất để dây đứt :

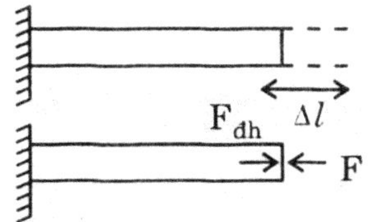
$$F_b = \sigma_b \times s = 6,86.10^8 \times 12,56.10^{-4} = 86,1616.10^4 \text{ (N)}.$$

DÃN NỞ VÌ NHIỆT CỦA KIM LOẠI

401 Tính lực cần đặt vào đầu thanh đồng có tiết diện $S = 100cm^2$ (còn đầu kia giữ cố định) để chiều dài thanh đồng không đổi khi nhiệt độ tăng từ 20°C lên 120°C. Biết suất Young và hệ số dãn nở của đồng lần lượt là :

$$E = 1,2.10^{11} \text{ Pa}; \alpha = 1,7.10^{-5} \text{ K}^{-1}.$$

Giải



Gọi l_o là chiều dài của thanh đồng ở 0°C thì :

- Chiều dài của thanh đồng ở 20°C và 120°C là :

$$l_{20} = l_o(1 + 20\alpha)$$

$$l_{120} = l_o(1 + 120\alpha)$$

- Độ dãn của thanh đồng :

$$\Delta l = l_{120} - l_{20} = 100.\alpha.l_o \quad (1)$$

- Để thanh đồng co lại Δl thì cần lực tác dụng :

$$F = F_{dh} = K.\Delta l = ES\frac{\Delta l}{l_{20}} = ES\frac{\Delta l}{l_o(1 + 20\alpha)} \quad (2)$$

(1) và (2) cho ta : $F = ES.\dfrac{100\alpha.l_o}{l_o(1 + 20\alpha)} = \dfrac{100\alpha}{1 + 20\alpha}.ES$

$$= \frac{100 \times 1,7 \,.\, 10^{-5} .\ 1,2 \,.\, 10^{11} .\ 10^{-2}}{1 + 20 \,.\, 1,7 \,.\, 10^{5}} \approx 2,039.10^8 \text{ (N)}$$

Chú ý : Vì $20\alpha << 1$ nên có thể lấy : $1 + 20\alpha \approx 1$, do đó :

$$F \approx 2,04.10^8 \text{ (N)}$$

HIỆU SỐ ĐỘ DÀI HAI THANH KIM LOẠI KHÔNG ĐỔI ĐỐI VỚI NHIỆT ĐỘ

402 Cùng ở bất kỳ nhiệt độ nào thanh sắt cũng dài hơn thanh đồng 10cm. Tìm chiều dài mỗi thanh ở 0°C, biết hệ số dãn nở của sắt và đồng lần lượt là $\alpha_1 = 1,2.10^{-5} \text{ K}^{-1}$ và $\alpha_2 = 1,7.10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Giải

- Chiều dài thanh sắt và đồng ở nhiệt độ t : $\begin{cases} l_1 = l_{01}(1+\alpha_1 t) \\ l_2 = l_{02}(1+\alpha_2 t) \end{cases}$

$$\Rightarrow \quad l_1 - l_2 = (l_{01} - l_{02}) + (l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2)t \qquad (1)$$

- Theo đề : $l_1 - l_2 = l_{01} - l_{02} = 10$ (cm) (2)

nên (1) $\Rightarrow$ $(l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2)t = 0$

Đẳng thức này nghiệm đúng với mọi t nên :

$$l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{l_{01}}{\alpha_2} = \frac{l_{02}}{\alpha} = \frac{l_{01} - l_{02}}{\alpha_2 - \alpha_1}$$

$$\Rightarrow \quad l_{01} = \alpha_2 \frac{l_{01} - l_{02}}{\alpha_2 - \alpha_1} = 1{,}7.10^5 . \frac{10}{(1{,}7 - 1{,}2) . 10^{-5}}$$

Và (2) $\Rightarrow$ $l_{01} = 34$ (cm)

$l_{02} = l_{01} - 10 = 24$ (cm)

Chú ý : *PHÉP TÍNH GẦN ĐÚNG*

Với $\varepsilon << 1$ (dấu << : đọc là rất nhỏ) thì : $(1 \pm \varepsilon)^n \approx 1 \pm n\varepsilon$

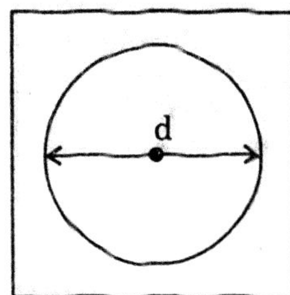
$$\frac{1 \pm \varepsilon_1}{1 \pm \varepsilon_2} \approx 1 \pm \varepsilon_1 \mp \varepsilon_2$$

ĐƯỜNG KÍNH CỦA LỖ TRÒN THAY ĐỔI THEO NHIỆT ĐỘ

403 Một tấm kim loại phẳng bằng sắt có một lỗ tròn. Ở 20°C đường kính lỗ tròn là 20cm. Tính đường kính lỗ ấy ở 50°C, biết hệ số dãn nở dài của sắt là $\alpha = 1{,}2.10^{-5}$ K^{-1}.

Giải

Mép ngoài của lỗ tròn được xem như một sợi dây kim loại có chiều dài là chu vi của lỗ tròn : $l = \pi d$.



- Ở 20°C chu vi lỗ tròn là : $l_{20} = l_o(1 + 20\alpha)$

Với $l_{20} = \pi d_{20}$; $l_o = \pi d_o$ nên : $\pi d_{20} = \pi d_o(1 + 20\alpha)$

$\Rightarrow$ $d_{20} = d_o(1 + 20\alpha)$

- Tương tự ở 50°C : $d_{50} = d_o(1 + 50\alpha)$

- Lập tỉ số : $\dfrac{d_{50}}{d_{20}} = \dfrac{1 + 50\alpha}{1 + 20\alpha}$

Vì $50\alpha = 50.1{,}2.10^{-5} = 6.10^{-4} << 1$ nên ta có : $\dfrac{d_{50}}{d_{20}} \approx 1 + 50\alpha - 20\alpha = 1 + 30\alpha$

$\Rightarrow$ $d_{50} \approx d_{20}(1 + 30\alpha) = 20(1 + 30 + 1{,}2.10^{-5}) \approx 20{,}0072$ (cm).

LIÊN QUAN GIỮA HỆ SỐ NỞ KHỐI β VÀ HỆ SỐ NỞ DÀI α

404 **Chứng minh rằng hệ số nở khối β và hệ số nở dài α của kim loại liên hệ bởi hệ thức : $\beta \approx 3\alpha$.**

Giải

Xét một khối kim loại hình lập phương đồng chất và đẳng hướng có chiều dài cạnh là l_o ở 0°C.

- Thể tích ở 0°C : $V_o = l_o^3$
- Ở nhiệt độ t, chiều dài mỗi cạnh là : $l = l_o(1 + \alpha t)$

Thể tích : $V = l^3 = l_o^3(1 + \alpha t)^3 = V_o(1 + \alpha t)^3$

Với : $(1 + \alpha t)^3 = 1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3$

Vì $\alpha t << 1$ nên $\alpha^2 t^2$ và $\alpha^3 t^3$ lại cũng bé hơn 1 nên có thể bỏ qua, vì vậy :

$$V \approx V_o(1 + 3\alpha t) \qquad (1)$$

- Với β là hệ số nở khối thì : $V = V_o(1 + \beta t)$ (2)

(1) và (2) cho : $1 + \beta t \approx 1 + 3\alpha t$ hay $\beta \approx 3\alpha$.

ĐỘ TĂNG THỂ TÍCH CỦA KIM LOẠI KHI NHẬN NHIỆT LƯỢNG

405 **Một tấm kim loại bằng đồng cần nhận được nhiệt lượng là bao nhiêu để thể tích của nó tăng thêm $16cm^3$? Biết :**

- **Khối lượng riêng của đồng lúc đầu là $D = 8{,}9.10^3$ kg/m³.**
- **Hệ số nở dài và nhiệt dung riêng của đồng lần lượt là :**

$$\alpha = 1{,}7.10^{-5}\ K^{-1} \quad \text{và} \quad C = 380\frac{J}{kg.độ}$$

- **Nhiệt độ thí nghiệm không quá 100°C.**

Giải

Gọi t_1 và t_2 là nhiệt độ tấm đồng lúc trước và sau khi nó nhận được nhiệt lượng.

- Thể tích : $V_2 = V_o(1 + \alpha t_2)$

$V_1 = V_o(1 + \alpha t_1)$

Lập tỉ số : $\dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{1 + 3\alpha t_2}{1 + 3\alpha t_1} \approx 1 + 3\alpha t_2 - 3\alpha t_1 \approx 1 + 3\alpha(t_2 - t_1)$

$\Rightarrow \quad \Delta V = V_2 - V_1 \approx V_1.3\alpha.\Delta t$

- Mặt khác : $Q = mC(t_2 - t_1) = mC.\Delta t$ với $m = V_1.D$

$= V_1.D.C.\Delta t$

- Lập tỉ số : $\dfrac{Q}{\Delta V} = \dfrac{V_1 DC.\Delta t}{V_1.3\alpha.\Delta t} = \dfrac{DC}{3\alpha}$

$$\Rightarrow \quad Q = \frac{DC.\Delta V}{3\alpha} = \frac{8.9.10^3.380.16.10^{-6}}{3.1,7.10^{-5}}$$

$$= 1061{,}0195.10^3 \text{ (J)} \approx 1061 \text{ (kJ)}.$$

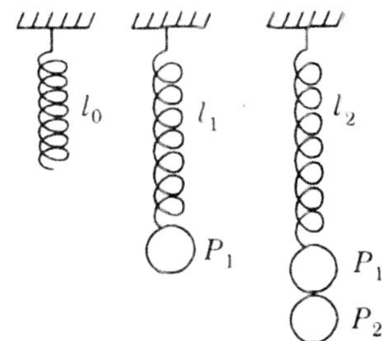
BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

406 Một lò xo có chiều dài tự nhiên l_o với đầu trên treo ở điểm cố định.

– Đầu dưới móc quả cân có trọng lực $P_1 = 2N$ thì lò xo dài $l_1 = 31cm$.

– Đầu dưới móc thêm quả cân có trọng lực $P_2 = P_1 = 2N$ thì lò xo dài $l_2 = 32cm$.

Tính độ cứng K và chiều dài l_o của lò xo.



Hướng dẫn

- $P_1 = K(l_1 - l_o)$ (*)
- $P_1 + P_2 = K(l_2 - l_o)$
- $\dfrac{P_1}{P_1 + P_2} = \dfrac{l_1 - l_o}{l_2 - l_o}$

$\dfrac{2}{4} = \dfrac{31 - l_o}{32 - l_o} \quad \Rightarrow \quad l_o = 30 \text{ (cm)}$

- (*) $\Rightarrow$ $K = \dfrac{P_1}{l_1 - l_o} = \dfrac{2N}{0{,}01m} = 200$ N/m.

407 Một thanh thép có đường kính tiết diện ngang là 4cm chịu tác dụng lực nén F = 6,28.105N. Suất Young của thép là $E = 2.10^{11}Pa$. Tính độ co tương đối $\dfrac{|\Delta l|}{l_o}$ của thanh thép khi bị nén.

Hướng dẫn

- $S = \dfrac{\pi d^2}{4} = 4.10^{-4}\pi \text{ (m}^2\text{)}$
- $\left|\dfrac{\Delta l}{l_o}\right| = \dfrac{F}{E.S} = 0{,}25\%$.

408 Một dây thép dài 2m, khi bị kéo bằng một lực $F = 3{,}14.10^2$ N thì nó dãn ra 1mm. Tính đường kính tiết diện ngang của dây thép, biết suất Young của thép là $E = 2.10^{11}$ Pa.

Hướng dẫn

- $F = \dfrac{\dfrac{E.\pi d^2}{4}|\Delta l|}{l_o}$
- $d = \sqrt{\dfrac{4 l_o F}{E.\pi.|\Delta l|}} = 2mm$.

409 Khi lắp đặt đường ray xe lửa, nhiệt độ là 20°C và chiều dài mỗi thanh ray là 10m. Phải để khe hở ở 2 đầu thanh ray một khoảng là bao nhiêu để nhiệt độ lên đến 40°C thì chúng sát nhau, biết hệ số dãn nở của kim loại làm thanh ray là $\alpha = 1,2.10^{-5}\ K^{-1}$?

Hướng dẫn

- $l_{40} = l_o(1 + 40\alpha)$

  $l_{20} = l_o(1 + 20\alpha)$

- $\dfrac{l_{40}}{l_{20}} = \dfrac{1 + 40\alpha}{1 + 20\alpha} \approx 1 + 20\alpha$

- $\Delta l = l_{40} - l_{20} = 20.\alpha.l_{20} = 2,4$ (mm).

410 Ở 0°C tổng chiều dài của 2 thanh than và sắt là 5m. Hiệu chiều dài của chúng ở cùng nhiệt độ bất kỳ nào cũng không đổi. Tìm chiều dài của mỗi thanh ở 0°C.

Biết $\alpha_{than} = 1,8.10^{-5}\ K^{-1}$; $\alpha_{sắt} = 1,2.10^{-5}\ K^{-1}$.

Hướng dẫn

Có : $l_{01}.\alpha_1 = l_{02}.\alpha_2 = 0$ (bài 4)

$$\frac{l_{01}}{\alpha_2} = \frac{l_{02}}{\alpha_1} = \frac{l_{01} + l_{02}}{\alpha_1 + \alpha_2} \Rightarrow l_{01} = (l_{01} + l_{02}).\frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = 2\ (m)$$

và $l_{02} = 3$ (m).

411 Ở 0°C, thanh nhôm và thanh sắt có tiết diện ngang bằng nhau, nhưng có chiều dài lần lượt là $l_{01} = 200$mm và $l_{02} = 201$mm. Biết $\alpha_{1(nhôm)} = 2,4.10^{-5}K^{-1}$, $\alpha_{2\,(sắt)} = 1,2.10^{-5}\ K^{-1}$. Hỏi ở nhiệt độ nào thì :

a) Chúng có chiều dài bằng nhau ?

b) Chúng có thể tích bằng nhau ?

Hướng dẫn

a) • $\begin{cases} l_1 = l_{01}(1 + \alpha_1 t) \\ l_2 = l_{02}(1 + \alpha_2 t) \end{cases}$

• $l_1 = l_2 \Rightarrow (l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2)t = l_{02} - l_{01}$

$$\Rightarrow t = \frac{l_{02} - l_{01}}{l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2} \approx 418,76°C$$

b) • $\begin{cases} V_1 = V_{01}(1 + 3\alpha_1 t) = l_{01}.S_o(1 + 3\alpha_1 t) \\ V_2 = V_{02}(1 + 3\alpha_2 t) = l_{02}.S_o(1 + 3\alpha_2 t) \end{cases}$

• $V_1 = V_2 \Rightarrow 3(l_{01}.\alpha_1 - l_{02}.\alpha_2)t = l_{02} - l_{01}$

$$\Rightarrow t = \frac{l_{02} - l_{01}}{3(l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2)} \approx 139,6°C.$$

412 Một tấm kim loại bằng đồng thau hình vuông có diện tích $400cm^2$ ở 10^oC. Hỏi diện tích tấm đồng thau đó tăng bao nhiêu khi nhiệt độ lên đến 20^oC, biết hệ số dãn nở của đồng thau là $\alpha = 1,9.10^{-5}\ K^{-1}$?

Hướng dẫn

- Chiều dài cạnh hình vuông ở nhiệt độ t : $l = l_o(1 + \alpha t)$
- Diện tích : $S = l^2 = l_o^2(1 + \alpha t)^2 \approx S_o(1 + 2\alpha t)$
- Áp dụng kết quả trên ở 10^oC và 20^oC : $\begin{cases} S_{10} = S_o(1 + 20\alpha) \\ S_{20} = S_o(1 + 40\alpha) \end{cases}$
- Lập tỉ số : $\dfrac{S_{20}}{S_{10}} = \dfrac{1 + 40\alpha}{1 + 20\alpha} \approx 1 + 20\alpha$
- $\Delta S = S_{20} - S_{10} = 20\alpha.S_{10} = 0,152\ cm^2.$

§23. CHẤT LỎNG

I. Lực căng mặt ngoài

+ Phương : Tiếp tuyến với mặt thoáng và vuông góc với đường giới hạn.
+ Độ lớn : $F = \sigma.l$
  - σ : Hệ số căng mặt ngoài (N/m).
  - l : Chiều dài đường giới hạn mặt ngoài (m).

II. Hiện tượng mao dẫn

$$h = \frac{4\sigma}{D.d}$$

- h : Độ dâng (độ hạ) mặt thoáng trong ống mao quản (m).
- D : Trọng lượng riêng chất lỏng (N/m^3).
- d : Đường kính bên trong của ống (m).

THIẾT LẬP CÔNG THỨC TÍNH ĐỘ CAO CỘT CHẤT LỎNG TRONG ỐNG MAO QUẢN

413 **Nhúng thẳng đứng vào chất lỏng một ống mao quản có đường kính bên trong là d. Biết suất căng mặt ngoài của chất lỏng là σ, trọng lượng riêng của chất lỏng là D và chất lỏng dính ướt hoàn toàn ống.**

a) Thiết lập công thức tính độ cao của chất lỏng dâng lên trong ống mao quản.

b) Biết ống có bán kính r = 0,2mm, chất lỏng là nước có trọng lượng riêng D = 10^4 N/m^3, độ cao chất lỏng dâng lên trong ống là h = 77,5mm. Tính suất căng mặt ngoài của nước.

Giải

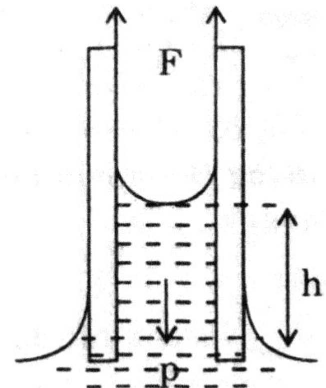
a) Thiết lập công thức tính độ cao h :

- Lực căng mặt ngoài tác dụng lên đường biên của mặt thoáng có phương tiếp tuyến với mặt thoáng của đường biên. Lực này thẳng đứng và hướng lên như hình vẽ.

  Độ lớn của lực : $F = \sigma . l$

  Với l là chu vi của đường biên và cũng là chu vi của ống : $l = \pi d$

  Vậy : $F = \sigma . \pi d$



- Trọng lực P của cột chất lỏng có độ cao h :

$$P = V.D = \pi . \frac{d^2}{4}.h.D$$

- Có : $F = P \Leftrightarrow \sigma \pi d = \pi \frac{d^2}{4}.h.D \Rightarrow h = \frac{4\sigma}{d.D}$ (*)

b) Suất căng mặt ngoài của nước :

$$(*) \Rightarrow \sigma = \frac{h.d.D}{4} = \frac{77,5.10^{-3}.0,4.10^{-3}.10^4}{4} = 77,5.10^{-3} \text{ (N/m)}.$$

LỰC CẦN THIẾT ĐỂ NÂNG VẬT RA KHỎI CHẤT LỎNG

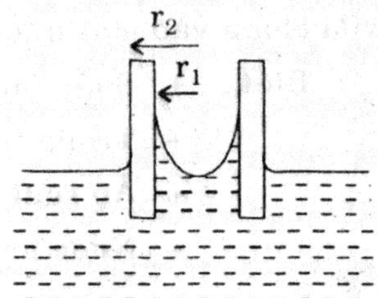
414 Một vòng nhôm có bán kính r_1 = 3cm, bán kính ngoài r_2 = 3,2cm, chiều cao h = 12cm đặt nằm ngang trong nước. Tính độ lớn của lực cần thiết để nâng vòng ra khỏi mặt nước, biết trọng lượng riêng của nhôm là D = 2,8.10^4 N/m^3. Suất căng mặt ngoài của nước là σ = 73.10^{-3} N/m.

Giải

Lực nâng vòng lên là lực có độ lớn bằng tổng của 3 lực sau đây :

a) Trọng lực của vòng :

$$P = V.D$$
$$= h\pi (r_2^2 - r_1^2).D$$
$$= 12.10^{-2}.\pi (3,2^2 - 3^2) \times 10^{-4}.2,8.10^4$$
$$= 41,664\pi.10^{-2}$$



b) Lực căng mặt ngoài tác dụng lên mặt trong của vòng :

$$F_1 = \sigma . l_1 = \sigma (2\pi r_1) = 73.10^{-3} (2\pi \times 3.10^{-2}) = 0,438\pi.10^{-2} \text{ (N)}$$

c) Lực căng mặt ngoài tác dụng lên mặt ngoài của vòng :

$$F_2 = \sigma l_2 = \sigma(2\pi r_2) = 73.10^{-3}(2\pi \times 3,2.10^{-2}) = 0,4672.\pi.10^{-2}\text{ (N)}$$

d) Vậy : $F = P + F_1 + F_2 = (41,664 + 0,438 + 0,4672) \times \pi.10^{-2}$

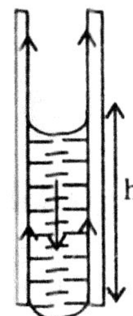
$$F \approx 113,67.10^{-2}\text{ N.}$$

LỰC CĂNG MẶT NGOÀI ĐÃ GIỮ CHẤT LỎNG CÒN LẠI TRONG ỐNG MAO QUẢN ĐẶT THẲNG ĐỨNG

415 Một ống mao quản thành ống rất mỏng, hở cả hai đầu, bán kính r = 0,5mm, dựng thẳng đứng. Đổ đầy nước vào ống, sau khi chảy ra, nước còn lại trong ống có độ cao h = 58,4mm. Tính suất căng mặt ngoài của nước, biết trọng lượng riêng của nước là $D = 10^4$ N/m^3 và nước làm dính ướt hoàn toàn thành ống.

Giải

Nước bị tác dụng bởi :



- Hai lực căng mặt ngoài của 2 mặt khum ở trên và dưới. Hai lực này cùng hướng thẳng đứng từ dưới lên trên và có độ lớn :

$$F = 2(\sigma.l) = 2(\sigma \times 2\pi r) = 4\sigma.\pi.r$$

- Trọng lực của cột nước hướng thẳng đứng xuống dưới và có độ lớn :

$$P = V.D = h.\pi r^2.D$$

- Lúc cân bằng : $F = P$

$$4\sigma.\pi r = h.\pi r^2.D$$

$$\Rightarrow \quad \sigma = \frac{h.r.D}{4} = \frac{58,4.10^{-3}.0,5.10^{-3}.10^4}{4} = 7,3.10^{-2}\text{ N/m.}$$

ĐỘ DÂNG CAO CỦA CHẤT LỎNG TRONG ỐNG MAO QUẢN CÓ MỘT ĐẦU KÍN

416 Một ống mao quản có bán kính trong r = 1mm, chiều dài l = 1m, đầu trên hàn kín, đầu dưới hở. Nhúng thẳng đứng ống xuống nước sao cho đầu hở vừa chạm vào mặt nước. Tính độ cao của cột nước đã dâng lên trong ống.

Biết : + Suất căng mặt ngoài của nước là σ = 0,073 N/m.

+ Trọng lượng riêng của nước là $D = 10^4$ N/m^3.

+ Áp suất khí quyển là $P_o = 10^5$ N/m^2.

+ Nước hoàn toàn ướt ống mao quản.

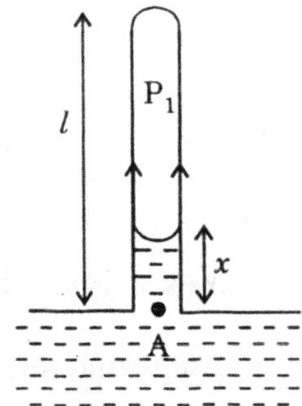
Giải

Do tác dụng của lực căng mặt ngoài và khả năng làm dính ướt thành ống của nước nên đã dâng lên trong ống (hiện tượng mao dẫn).

- Gọi P_1 là áp suất khí trong ống khi nước dâng lên độ cao x, theo định luật Boyle-Mariotte :

$$P_1(l - x) = P_o.l \quad \Rightarrow \quad P_1 = P_o.\frac{l}{l - x}$$

- Lực căng mặt ngoài của mặt khum trên mặt chất lỏng trong ống đã tạo áp suất :



$$P_2 = \frac{F}{S} = \frac{\sigma.2\pi r}{\pi r^2} = \frac{2\sigma}{r}$$

- Cột nước có độ cao x đã tạo áp suất : $P_3 = D.x$
- Áp suất tại A : $P_A = P_1 - P_2 + P_3$

hay : $$P_o = P_o.\frac{l}{l - x} - \frac{2\sigma}{r} + D.x$$

$$\Rightarrow \quad D.x^2 - \left(P_o + \frac{2\sigma}{r} + D.l\right)x + \frac{2\sigma}{r}l = 0$$

$$10^4x^2 - \left(10^5 + \frac{2.73.10^{-3}}{1.10^{-3}} + 10^4.1\right)x + \frac{2.73.10^{-3}}{1.10^{-3}}.1 = 0$$

$$\Rightarrow \quad x^2 - 11{,}0146x + 0{,}0146 = 0$$

$$\Delta' = (5{,}5073)^2 - 0{,}0146 = (5{,}5059743)^2$$

$$x = 5{,}0073 \pm (5{,}5059743)$$

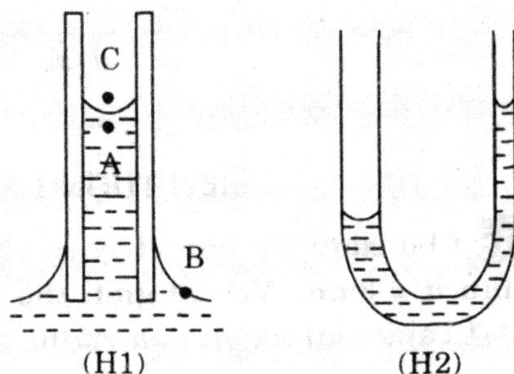
Chỉ nhận : $x \approx 0{,}13$cm.

ÁP SUẤT PHỤ – ĐỘ CHÊNH LỆCH MỰC CHẤT LỎNG Ở HAI NHÁNH MAO QUẢN HÌNH CHỮ U

417 **1. Cắm ống mao quản có đường kính d thẳng đứng xuống một chậu chất lỏng. Chất lỏng đã dâng lên trong ống. Chứng tỏ rằng : $\Delta P = P_C - P_A = \frac{4\sigma}{d}$**

Với A và C là hai điểm nằm sát dưới và sát trên mặt khum (H_1); σ là suất căng ngoài của chất lỏng.

2. Đổ nước vào một ống mao quản hình chữ U như (H_2) với đường kính bên trong của hai nhánh là d_1 = 1mm và d_2 = 0,5mm thì độ chênh lệch mực nước giữa hai nhánh là bao nhiêu ?

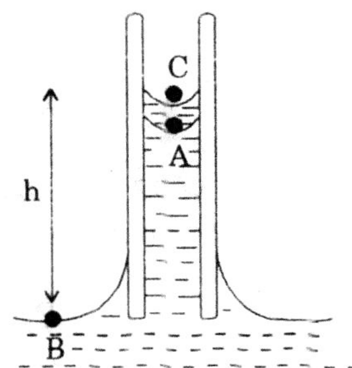


(H1) (H2)

Biết σ = 73.10^{-3} N/m; trọng lượng riêng của nước là D = 10^4 N/m^3.

Giải

1. Chứng minh : $\Delta P = \frac{4\sigma}{d}$



- Theo thủy tĩnh học : $P_B = P_A + D.h$

  Với P_B là áp suất khí quyển, đó cũng là áp suất tại C nên :

  $$P_C = P_A + D.h \Rightarrow \Delta P = P_C - P_A = D.h$$

  Mà : $h = \frac{4\sigma}{D.d} \Rightarrow D.h = \frac{4\sigma}{d}$

  Vậy : $\Delta P = P_C - P_A = \frac{4\sigma}{d}$ (*)

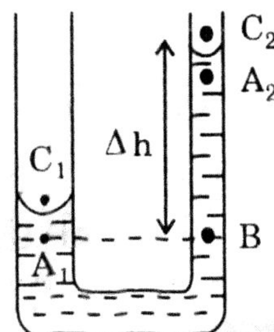
- Biểu thức này chứng tỏ : Khi đi qua mặt khum lõm từ không khí vào chất lỏng, áp suất đã giảm lượng $\Delta P = \frac{4\sigma}{d}$, ΔP gọi là áp suất phụ.

2. Tính độ chênh lệch Δh giữa hai mực chất lỏng :

- Gọi A_1, A_2 là các điểm nằm sát dưới mặt khum; C_1 và C_2 là các điểm nằm sát trên mặt khum.

  (*) cho : $P_{A_1} = P_{C_1} - \frac{4\sigma}{d_1} = P_o - \frac{4\sigma}{d_1}$

  và $P_{A_2} = P_{C_2} - \frac{4\sigma}{d_2} = P_o - \frac{4\sigma}{d_2}$



- B là một điểm trong nhánh nhỏ nằm ngang với A_1 :

  $$P_B = P_{A_2} + \Delta h.D = P_o - \frac{4\sigma}{d_2} + \Delta h.D$$

- Có : $P_{A_1} = P_B$

  $$P_o - \frac{4\sigma}{d_1} = P_o - \frac{4\sigma}{d_2} + \Delta h.D$$

  $$\Rightarrow \Delta h = \frac{4\sigma}{D}\cdot\frac{d_1 - d_2}{d_1.d_2} = \frac{4.73.10^{-3}}{10^4} \times \frac{(1-0,5)\times 10^{-3}}{10^{-3}\times 0,5.10^{-3}} = 0,0282\text{m}.$$

HIỆN TƯỢNG NHỎ GIỌT CỦA CHẤT LỎNG

418 **Cho rượu lần lượt chảy ra khỏi một ống nhỏ giọt đặt thẳng đứng có đường kính d = 3mm. Với 20 giọt, thể tích rượu hứng được là $V = 5,2466cm^3$. Tính suất căng mặt ngoài của rượu.**

Biết : + Trọng lượng riêng của rượu là $D = 790\ kg/m^3$.

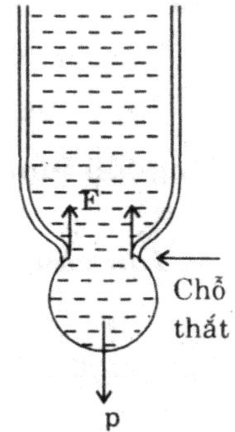
+ Chỗ thắt của giọt rượu khi nó bắt đầu rơi có đường kính bằng đường kính d của ống nhỏ giọt.

Giải

- Hai lực tác dụng vào mỗi giọt rượu :

  + Trọng lực P_1 hướng thẳng đứng xuống dưới :

$$P_1 = V_1.D = \frac{V}{n}.D$$



  + Lực căng mặt ngoài hướng thẳng đứng lên trên :

$$F = \sigma.l = \sigma.\pi d$$

- Khi giọt rượu bắt đầu rơi :

$$F = P_1$$

$$\sigma\pi d = \frac{V}{n}.D$$

$$\Rightarrow \quad \sigma = \frac{V.D}{\pi.d.n} = \frac{5{,}2466.10^{-6} \times 790}{20.3{,}14.3.10^{-3}} \approx 22.10^{-3} \text{ N/m.}$$

VẬT KHÔNG BỊ DÍNH ƯỚT

419 **Một quả cầu có mặt ngoài hoàn toàn không bị nước làm dính ướt. Bán kính quả cầu là R = 0,2mm. Suất căng mặt ngoài của nước là $\sigma = 73.10^{-3}$ N/m. Bỏ qua sức đẩy Archimède tác dụng lên quả cầu.**

a) Tính lực căng mặt ngoài lớn nhất tác dụng lên quả cầu khi nó đặt lên mặt nước.

b) Quả cầu có trọng lượng là bao nhiêu thì nó không bị chìm ?

Giải

a) Lực căng mặt ngoài lớn nhất :

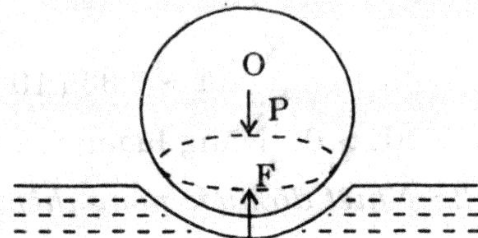
Do quả cầu không bị dính nước nên mặt nước bị lõm xuống và nó tạo ra lực căng mặt ngoài hướng thẳng đứng lên :

$$F = \sigma.l = \sigma.2\pi r$$

$$\Rightarrow \quad F_{max} = \sigma.2\pi R$$

$$= 73.10^{-3}.2\pi.0{,}2.10^{-3}$$

$$F_{max} = 91{,}688.10^{-6} \text{ N}$$



b) Trọng lượng của vật :

Để quả cầu không bị chìm thì trọng lượng của vật :

$$P \le F_{max} = 91{,}688.10^{-6} \text{ N.}$$

NĂNG LƯỢNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG

420 • **Gọi S là diện tích bề mặt của chất lỏng và σ là suất căng mặt ngoài của chất lỏng ấy thì năng lượng mặt ngoài : $E = \sigma.S$**

• **Có 8.10^6 giọt nước nhỏ tụ lại thành giọt nước lớn có bán kính R = 2mm. Tính : a) Năng lượng tỏa ra.**

b) Nhiệt độ nước đã nóng thêm.

Biết suất căng mặt ngoài của nước, nhiệt dung riêng và khối lượng riêng lần lượt : $\sigma = 73.10^{-3}$ N/m; $C = 4200\dfrac{J}{kg.độ}$; $D = 10^3$ kg/m^3

***Ghi chú* : Diện tích mặt cầu : $S = 4\pi R^2$**

Thể tích hình cầu : $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

Giải

1. *Năng lượng tỏa ra :*

• Năng lượng mặt ngoài của $n = 8.10^6$ giọt nước nhỏ :

$$E_1 = n\sigma S_1 = n\sigma.4\pi R_1^2$$

• Năng lượng mặt ngoài của giọt nước lớn :

$$E = \sigma S = \sigma.4\pi R^2$$

• Năng lượng thay đổi khi n giọt nước nhỏ tụ lại thành giọt nước lớn:

$$\Delta E = E_1 - E = 4\pi.\sigma(nR_1^2 - R^2) = 4\pi\sigma R^2\left[n\left(\frac{R_1}{R}\right)^2 - 1\right] \quad (*)$$

• Mặt khác, thể tích n giọt nước nhỏ bằng thể tích giọt nước lớn nên:

$$V = n.\frac{4}{3}\pi R_1^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow \left(\frac{R_1}{R}\right)^3 = \frac{1}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{1}{\sqrt[3]{n}} = \frac{1}{\sqrt[3]{8.10^6}} = \frac{1}{2.10^2}$$

$$(*) \Rightarrow \Delta E = 4 \times \pi \times 73.10^{-3}.(2.10^{-3})^2\left[8.10^6\left(\frac{1}{2.10^2}\right)^2 - 1\right]$$

$$\Delta E \approx 7,335.10^{-4}\ J > 0$$

$\Delta E > 0$: Năng lượng tỏa ra.

2. *Nhiệt độ nước nóng thêm :*

Năng lượng tỏa ra trong quá trình trên đã làm nước tăng nhiệt độ Δt :

$$\Delta E = Q = mC.\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta E}{m.C}$$

Với : $m = V.D = \frac{4}{3}\pi R^3 D$ nên :

$$\Delta t = \frac{3}{4}\frac{\Delta E}{\pi R^3.D.C} = \frac{3}{4} \times \frac{7,335.10^{-4}}{\pi.(2.10^{-3})^3.10^3.4200} \approx 0,005^o.$$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

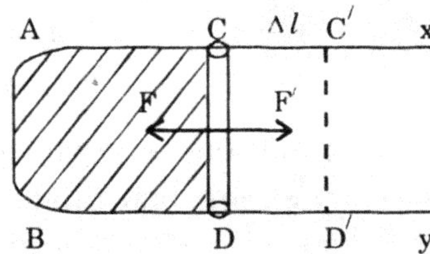
421 Khung ABCD hình chữ nhật với cạnh CD = 20cm có thể di chuyển không ma sát trên cạnh Ax và By cùng nằm ngang và song song nhau. Khung được phủ một màng xà phòng có suất căng mặt ngoài σ = 0,045 N/m. Tính công cần thiết để kéo cạnh CD ra xa cạnh AB thêm Δl = 2cm.

Hướng dẫn

- Lực căng mặt ngoài :

$$F = 2(\sigma \times CD)$$

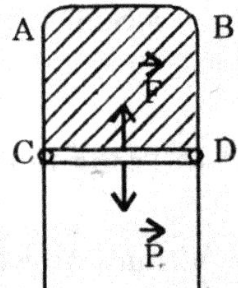
(chú ý : có hai mặt ở hai bên)



- Công thực hiện :

$$A = F'\Delta l \quad (\text{với } F' = F)$$
$$= 26.CD.\Delta l = 3,6.10^{-4} J.$$

422 Một khung dây đồng được đặt sao cho mặt khung ABCD nằm trong mặt phẳng thẳng đứng với hai cạnh AB, CD nằm ngang (H vẽ). Khung được phủ một lớp xà phòng có suất căng mặt ngoài là σ = 0,045 N/m. Thanh CD trượt dễ dàng trên hai cạnh thẳng đứng. Để thanh CD nằm yên thì đường kính thanh là bao nhiêu ? Biết trọng lượng riêng của đồng là D = 89.10^3 N/m^3.



Hướng dẫn

$$F = P$$

$$2\sigma.l = \frac{\pi d^2}{4}.l.D \quad \Rightarrow \quad d = 2\sqrt{\frac{2\sigma}{\pi D}} = 1,153cm.$$

423 Một ống mao quản hở cả hai đầu, đường kính d = 2mm, đặt thẳng đứng. Xác định độ cao của cột nước còn lại trong ống, biết suất căng mặt ngoài của nước là σ = 0,073 N/m và trọng lượng riêng của nước là D = 10^4 N/m^3.

ĐS : $h = \frac{4\sigma}{r.D} = 0,0292$ (m).

424 Một sợi dây bạc có đường kính d = 1mm treo thẳng đứng. Cho sợi dây bạc nóng chảy thành các giọt. Hỏi sau khi có 20 giọt bạc rơi thì chiều dài dây bạc đã giảm đi bao nhiêu ? Biết :

+ Trọng lượng riêng của bạc lỏng là : $D = 93.10^4$ N/m^3.

+ Suất căng mặt ngoài của bạc lỏng : $\sigma = 0,78$.

+ Chỗ thắt của giọt bạc khi nó bắt đầu rơi có đường kính bằng đường kính của sợi dây bạc.

Hướng dẫn

- Trọng lượng một giọt bạc lỏng : $P_1 = \frac{V.D}{n} = \frac{h.\pi.d^2.D}{4n}$

(h là chiều dài dây bạc bị nóng chảy)

- Lực căng mặt ngoài của mỗi giọt bạc lỏng :

$$F = \sigma.l = \sigma.\pi d$$

- Lúc bắt đầu rơi : $P_1 = F$

$$h = \frac{4n\sigma}{d.D} \approx 6,71 \text{ cm.}$$

425 Với cùng một ống nhỏ giọt và cùng một thể tích, dầu chảy thành 20 giọt thì nước chảy thành bao nhiêu giọt ? Cho rằng chỗ thắt của giọt chất lỏng khi nó bắt đầu rơi có đường kính bằng đường kính của ống nhỏ giọt. Biết :

+ Trọng lượng riêng của dầu và nước : $D_1 = 9.10^3$ N/m^3; $D_2 = 10^4$ N/m^3

+ Suất căng mặt ngoài của dầu và nước : $\sigma_1 = 0,03$ N/m; $\sigma_2 = 0,073$ N/m.

Hướng dẫn

- Trọng lượng mỗi giọt dầu : $P_1 = \frac{V.D_1}{n_1}$

- Lực căng mặt ngoài : $F_1 = \sigma_1.l = \sigma_1.\pi d$

- Lúc bắt đầu rơi : $\frac{VD_1}{n_1} = \sigma_1.\pi.d$ (1)

- Tương tự cho giọt nước : $\frac{VD_2}{n_2} = \sigma_2.\pi.d$ (2)

- (1) và (2) cho : $n_2 = n_1.\frac{D_2}{D_1}.\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \approx 9$ (giọt).

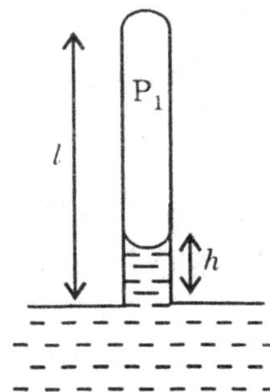
426 Một ống mao quản có bán kính trong r = 1mm, một đầu kín, một đầu hở. Cắm ống thẳng đứng với đầu hở ở dưới và vừa chạm vào mặt nước. Độ cao nước dâng lên trong ống là h = 1cm. Tính chiều dài của ống.

Biết : + Áp suất khí quyển : $P_o = 10^5$ N/m^2.

+ Suất căng mặt ngoài : $\sigma = 73.10^{-3}$ N/m

+ Trọng lượng riêng của nước : $D = 10^4$ N/m^3.

Hướng dẫn



Gọi P_1 là áp suất khí trong ống :

$$\begin{cases} \bullet\ P_o l = P_1(l - h) \\ \bullet\ P_o = P_1 + hD - \dfrac{2\sigma}{r} \end{cases}$$

$$\Rightarrow P_o = \frac{P_o . l}{l - h} + hD - \frac{2\sigma}{r} = \frac{P_o . r . h}{2\sigma - D . r . h} + h \approx 21{,}75 \text{ (cm)}.$$

427 Một ống mao quản thẳng đứng có đường kính d = 0,5mm nhúng thẳng đứng vào chậu Hg. Hg hoàn toàn không làm dính ướt thành ống. Mức Hg trong ống đã hạ xuống và thấp hơn mức Hg bên ngoài là h = 27,6mm. Tính suất căng mặt ngoài của Hg.

Biết trọng lượng riêng của Hg là $D = 13{,}6.10^4$ N/m^3.

Hướng dẫn

$$h = \frac{4\sigma}{D.d} \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{h.D.d}{4} \approx 0{,}47 \text{ N/m}.$$

§24. HƠI KHÔ – HƠI BÃO HÒA

I. Hơi bão hòa và hơi khô

– Hơi bão hòa là hơi ở trạng thái cân bằng động với chất lỏng của nó.

– Hơi khô (hoặc hơi chưa bão hòa) là hơi có áp suất nhỏ hơn áp suất hơi bão hòa ứng với một nhiệt độ xác định.

II. Độ ẩm của không khí

– Độ ẩm tuyệt đối a của không khí là đại lượng đo bằng khối lượng hơi nước (tính ra gam) chứa trong 1m^3 không khí (đơn vị g/m^3).

– Độ ẩm cực đại A là độ ẩm tuyệt đối của không khí khi không khí chứa hơi nước bão hòa.

– Độ ẩm tương đối : $f = \dfrac{a}{A}\%$.

ÁP SUẤT VÀ KHỐI LƯỢNG RIÊNG HƠI NƯỚC

428 Hơi nước bão hòa ở 23°C được tách ra khỏi nước và được đun nóng đẳng tích tới 27°C. Biết áp suất hơi nước bão hòa ở 23°C là 21,07mmHg (với 1mmHg ≈ 133,33 N/m^2). Tính :

a) **Áp suất hơi nước ở 27°C.**

b) **Khối lượng riêng hơi nước ở hai nhiệt độ trên.**

Giải

a) Áp suất hơi nước ở 27°C :

Quá trình đun nóng hơi nước là quá trình đẳng tích nên :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad P_2 = P_1.\frac{T_2}{T_1} = 21{,}07 \times \frac{27 + 273}{23 + 273} \approx 21{,}35\text{mmHg}$$

b) Khối lượng riêng hơi nước :

Áp dụng phương trình Mendeleev-Clapeyron :

$$PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \quad D = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

- Ở 23°C : $D_1 = \dfrac{P_1M}{RT_1} = \dfrac{21{,}07 \times 133{,}33 \times 18}{8{,}31 \times (23 + 273)} \approx 20{,}558 \text{ g/m}^3$

- Ở 27°C : $D_2 = \dfrac{P_2M}{RT_2} = \dfrac{21{,}35 \times 133{,}33 \times 18}{8{,}31 \times (27 + 273)} \approx 20{,}553 \text{ g/m}^3$.

KHỐI LƯỢNG VÀ ÁP SUẤT HƠI TRONG NỒI KÍN

429 **Ta bơm 3kg nước vào nồi hơi có thể tích V = 3m³ và đun nóng lên tới 120°C. Biết khối lượng riêng của hơi nước bão hòa ở 120°C là D = 1122 g/m³.**

Tính khối lượng và áp suất của hơi trong nồi.

Giải

- Khối lượng hơi nước bão hòa ở nhiệt độ 120°C :

$$m = V.D = 3\text{m}^3 \times 1122 \text{ g/m}^3 = 3366\text{g} > 3\text{kg}.$$

Như vậy toàn bộ nước bơm vào đã hóa hơi, nên khối lượng hơi nước trong nồi là :

$$m_o = 3366\text{g}$$

- Áp dụng phương trình Mendeleev-Clapeyron :

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{m}{M}\frac{RT}{V} = \frac{3366\text{g}}{18\dfrac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol.K}} \times (120 + 273)\text{K}}{3\text{m}^3}$$

$$P = 2{,}0357.10^5 \text{ N/m}^2.$$

HƠI NƯỚC BÃO HÒA

430 **Một bình hơi có thể tích V = 0,5m^3 chứa m = 0,5kg nước được đun nóng lên tới 147°C. Áp suất hơi nước bão hòa ở nhiệt độ đó là P_o = 4,7.10^5 N/m^2.**

a) Nếu tất cả khối lượng nước trên hóa thành hơi thì trong bình đã có hơi bão hòa chưa ?

b) Muốn trong bình có hơi bão hòa thì thể tích bình phải tăng hay giảm bao nhiêu ?

Giải

a) Trong bình có hơi bão hòa hay chưa ?

Nếu tất cả m = 0,5kg nước biến thành hơi thì áp suất hơi trong bình là :

$$P = \frac{m}{M}\frac{RT}{V} = \frac{0,5.10^3\,g}{18\dfrac{g}{mol}} \times \frac{8,31\dfrac{J}{mol.K} \times (147 + 273)K}{0,5m^3}$$

$$P = 1,939.10^5\ N/m^2 < P_o$$

Vậy trong bình chưa có hơi bão hòa.

b) Độ tăng giảm thể tích bình :

- Thể tích hơi nước ứng với áp suất hơi bão hòa :

$$V_o = \frac{m}{M} \cdot \frac{RT}{P_o} = \frac{0,5.10^3}{18} \times \frac{8,31(147 + 273)}{4,7.10^5} \approx 0,206\ m^3 < V$$

- Vậy : Thể tích bình phải giảm : $\Delta V = V - V_o = 0,294m^3$.

ĐỘ ẨM CỰC ĐẠI – ĐỘ ẨM TƯƠNG ĐỐI

431 **Nhiệt độ hôm nay là 30°C và độ ẩm tuyệt đối là a = 20,6 g/m^3. Biết áp suất hơi nước bão hòa ở 30°C là P_o = 31,8mmHg.**

a) Tính độ ẩm tương đối f của không khí.

b) Trong một phòng kín có thể tích V = 20m^3 chứa không khí nói trên, muốn hơi nước trong phòng bão hòa thì cần cung cấp thêm một lượng nước là bao nhiêu ? (Lấy 1mmHg ≈ 133,33 N/m^2).

Giải

a) Độ ẩm tương đối f của không khí :

- Khối lượng riêng của hơi nước bão hòa :

$$d_{bh} = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT} = \frac{31,8 \times 133,33 \times 18}{8,31 \times 303} \approx 30,3\ (g/m^3)$$

Đó chính là khối lượng hơi nước cực đại có thể có trong 1m^3 không khí ở

30°C và theo định nghĩa đó cũng là độ ẩm cực đại. Vậy : $A = 30{,}3\ g/m^3$

- Độ ẩm tương đối : $f = \frac{a}{A} = \frac{20{,}6}{30{,}3} \Rightarrow f \approx 68\%$.

b) Lượng hơi nước cần cung cấp thêm để có hơi nước bão hòa :

Mỗi m^3 không khí cần cung cấp thêm lượng hơi nước để trở thành bão hòa:

$$m_1 = 30{,}3g - 20{,}6g = 9{,}7g$$

Khối lượng tổng cộng : $m = V.m_1 = 20 \times 9{,}7 = 194g$.

HƠI NƯỚC ĐÃ NGƯNG TỤ KHI NHIỆT ĐỘ HẠ THẤP

432 Buổi trưa nhiệt độ 25°C, độ ẩm tương đối của không khí là 60%. Đến khuya, nhiệt độ xuống còn 10°C.

a) Tính khối lượng nước đã ngưng tụ trong mỗi m^3 không khí.

b) Với giả thiết khối lượng hơi nước trong không khí không thay đổi kể từ lúc khuya thì đến trưa hôm sau, nhiệt độ trở lại 25°C, độ ẩm tương đối là bao nhiêu ? Biết áp suất hơi nước bão hòa ở 25°C là $P_1 = 23{,}76$ mmHg, ở 10°C là 9,21 mmHg (với 1 mmHg ≈ 133,33 N/m^3).

Giải

a) Khối lượng nước đã ngưng tụ vào lúc khuya :

- Khối lượng riêng hơi nước bão hòa ở 25°C (lúc trưa) :

$$d_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{P_1 M}{RT_1} = \frac{23{,}76 \times 133{,}33 \times 18}{8{,}31 \times 298} \approx 23\ (g/m^3)$$

Đó cũng là độ ẩm cực đại ở 25°C : $A_1 = 23\ g/m^3$.

- Độ ẩm tuyệt đối lúc trưa :

$$a_1 = A_1 \times f_1 = 23 \times 0{,}6 = 13{,}8\ (g/m^3)$$

- Tương tự, độ ẩm cực đại ở 10°C (lúc khuya) :

$$A_2 = d_2 = \frac{P_2 M}{RT_2} = \frac{9{,}21 \times 133{,}33 \times 18}{8{,}31 \times 283} = 9{,}4\ (g/m^3).$$

- Khối lượng hơi nước đã ngưng tụ trong $1m^3$:

$$m = a_1 - A_2 = 13{,}8 - 9{,}4 = 4{,}4\ (g/m^3)$$

b) Độ ẩm tương đối ở trưa hôm sau :

- Với giả thiết đã cho thì đến trưa hôm sau khối lượng hơi nước có trong không khí chính là khối lượng nước cực đại lúc khuya :

$$a_2 = A_2 = 9{,}4\ (g/m^3)$$

- Độ ẩm tương đối : $f_2 = \frac{a_2}{A_1} = \frac{9{,}4}{23} \Rightarrow f_2 \approx 40{,}9\%$.

DỰA VÀO LƯỢNG NƯỚC MƯA ĐỂ TÍNH BỀ DÀY ĐÁM MÂY

433 **Đám mây trên bầu trời là một lớp không khí có độ ẩm tương đối là 80% ở nhiệt độ 15°C. Khi nhiệt độ hạ đến 5°C thì lớp nước mưa trung bình trên mặt đất dày 3cm. Biết áp suất hơi nước bão hòa ở 15°C và 5°C lần lượt là : P_1 = 12,79 mmHg và P_2 = 6,54 mmHg.**

Tính bề dày trung bình của lớp mây. Biết khối lượng riêng của nước là d = 10^3 Kg/m^3.

Giải

- Khối lượng riêng hơi nước bão hòa (cũng là độ ẩm cực đại) ở 15°C và 5°C lần lượt là :

$$A_1 = d_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{P_1M}{RT_1} = \frac{12,79 \times 133,33 \times 18}{8,31 \times 288} \approx 12,8 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

$$A_2 = d_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{P_2M}{RT_2} = \frac{6,54 \times 133,33 \times 18}{8,31 \times 278} \approx 6,8 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

- Độ ẩm tuyệt đối của đám mây :

$$a_1 = A_1.f_1 = 12,8 \times 0,8 = 10,24 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

- Khối lượng nước đã rơi xuống ứng với $1m^3$ không khí :

$$\Delta m = a_1 - A_2 = 10,24 - 6,8 = 3,44 \text{ (g/m}^3\text{)} \qquad (1)$$

- Thể tích nước trên mặt đất ứng với $1m^2$:

$$V_1 = 1m^2 \times 2.10^{-2}m = 2.10^{-2}\ m^3 = 20l$$

20 lít nước có khối lượng :

$$m = V.d = 20l \times 1kg/l = 20kg = 2.10^4\ g \qquad (2)$$

- (1) và (2) suy ra thể tích đám mây ứng với diện tích $1m^2$:

$$V = \frac{2.10^4\ g}{3,44\ g/m^3} \approx 5,8.10^3\ m^3$$

- Bề dày đám mây : $h = \dfrac{V}{S} = \dfrac{5,8.10^3\ m^3}{1m^2} = 5,8.10^3$ (m) = 5,8km.

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

434 Tính khối lượng hơi nước có trong phòng thể tích V = $100m^3$ ở nhiệt độ 25°C và độ ẩm tương đối là 65%. Biết độ ẩm cực đại ở 25°C là A = 23 g/m^3.

Hướng dẫn

- $a = f.A = 0,65.23 = 14,95$ (g/m^3)
- $m = V.a = 100 \times 14,95 = 1,495$ kg.

435 Không khí chứa 10g nước trong $1m^3$ ở nhiệt độ 30^oC, không khí khác chứa 5g hơi nước trong $1m^3$ ở nhiệt độ 10^oC. Hỏi không khí nào "khô" hơn ? Biết áp suất hơi bão hòa của nước ở nhiệt độ 30^oC và 10^oC lần lượt là : $P_1 = 31,82$ mmHg; $P_2 = 9,21$ mmHg.

Chú ý : Không khí nào "khô" hơn tức không khí đó có độ ẩm tương đối bé hơn.

Hướng dẫn

- Áp dụng : $A = d_{bh} = \frac{PM}{RT}$, tính được : $A_{30} = 30,3$ g/m^3; $A_{10} = 9,4$ g/m^3.
- $f_{30} = \frac{a_{30}}{A_{30}} \approx 33\%$; $f_{10} = \frac{a_{10}}{A_{10}} \approx 53\%$

Vậy : Ở 30^oC không khí "khô" hơn.

436 Trong một nồi hơi có thể tích $V = 3m^3$ ở nhiệt độ 110^oC người ta bơm vào m = 2kg nước. Biết khối lượng riêng của hơi nước bão hòa ở 110^oC là D = 827 g/m^3. Tính áp suất của hơi trong bình.

Hướng dẫn

- Khối lượng nước cần để làm bão hòa :

$m_o = V.D = 2,481$ kg > m : toàn bộ nước bơm vào đều hóa hơi

- Áp suất : $P = \frac{m}{M}\frac{RT}{V} \approx 1,18.10^5$ N/m^2.

437 Ở nhiệt độ 25^oC độ ẩm tương đối của không khí là 75^oC. Dựa vào bảng đặc tính hơi nước bão hòa để tìm xem ở nhiệt độ nào thì có sương mù ?

Hướng dẫn

- Ở 25^oC : A = 23g/m^3
- $a = A.f \approx 17,3$ g/m^3 : đó là độ ẩm cực đại ở 20^oC.

Vậy ở 20^oC có sương mù.

438 Một vùng không khí có thể tích $V = 10^{10}$ m^3 chứa hơi nước bão hòa ở 17^oC. Hỏi khi nhiệt độ hạ đến 10^oC thì lượng nước mưa rơi xuống là bao nhiêu ?

Biết áp suất hơi nước bão hòa ở 17^oC và 10^oC lần lượt là : $P_{17} = 14,5$ mmHg; $P_{10} = 9,2$ mmHg (1 mmHg $\approx$ 133,33 N/m^2).

Hướng dẫn

- Khối lượng riêng hơi nước : $d = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$, tính được :

$d_{17} = 14,5$ g/m^3; $d_{10} = 9,4$ g/m^3

- 1m^3 không khí, lượng nước mưa : $d_{17} - d_{10} = 5,1$ g/m^3
- Khối lượng nước mưa :$m = 5,1 \times 10^{10}$ (g) $= 5,1 \times 10^4$ (tấn).

Chương VIII NỘI NĂNG CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

1. *Nhiệt lượng*

$$Q = mC|t_2 - t_1|$$

- Q : nhiệt lượng thu vào hay tỏa ra (J).
- m : khối lượng của vật (kg).
- C : nhiệt dung riêng của vật (J/kg.độ).
- t_1 : nhiệt độ ban đầu.
- t_2 : nhiệt độ cuối.

2. *Phương trình cân bằng nhiệt*

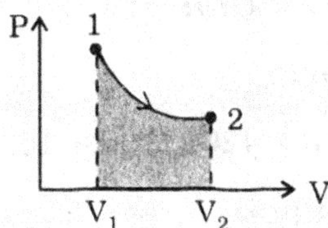
$$Q_{\text{thu vào}} = Q_{\text{tỏa ra}}$$

3. *Công của khí trong quá trình biến đổi đẳng áp*

$$A = P.\Delta V = P(V_2 - V_1)$$

- V_1 : thể tích đầu (m^3).
- V_2 : thể tích sau (m^3).
- P : áp suất khí (N/m^2)
- $A > 0$: Khí thực hiện công.
  $A < 0$: Khí nhận công.

4. *Công của khí được diễn tả bằng diện tích trong hệ tọa độ P – V*

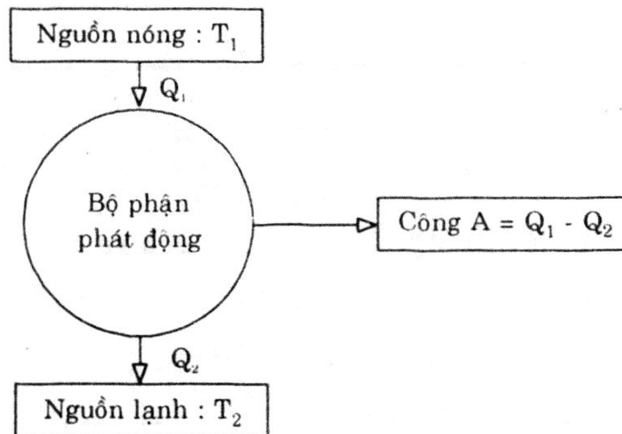


5. *Nguyên lí thứ nhất nhiệt động lực học*

$$Q = A + \Delta U$$

- $Q > 0$: Khí nhận nhiệt.
- $Q < 0$: Khí truyền nhiệt ra bên ngoài.
- $A > 0$: Khí thực hiện công.
- $A < 0$: Khí nhận công.
- $\Delta U > 0$: Nội năng khí tăng.
- $\Delta U < 0$: Nội năng khí giảm.

6. Động cơ nhiệt



7. Hiệu suất động cơ nhiệt

$$H = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

8. Hiệu suất lí tưởng

$$H = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

CÔNG THỨC TÍNH NHIỆT LƯỢNG : $Q = mC(t_2 - t_1)$

439 **Tính nhiệt lượng cần để đun 5kg nước từ 15°C đến 100°C trong một cái thùng bằng sắt có khối lượng 1,5kg. Biết nhiệt dung riêng của nước và sắt lần lượt là : C_1 = 4200J/kg.độ và C_2 = 460J/kg.độ.**

Giải

- Nhiệt lượng do nước hấp thụ :

$$Q_1 = m_1C_1(t_2 - t_1) = 5 \times 4200\,(100 - 15) = 1785.10^3 \text{ J}$$

- Nhiệt lượng do thùng hấp thụ :

$$Q_2 = m_2C_2(t_2 - t) = 1,5 \times 460\,(100 - 15) = 58650 \text{ J}$$

- Nhiệt lượng cần thiết : Q = 1843650 J.

PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NHIỆT $Q_{\text{tỏa ra}} = Q_{\text{thu về}}$

440 **Ta đổ vào một nhiệt lượng kế 2kg nước ở nhiệt độ 15°C. Nước sẽ nóng lên đến nhiệt độ nào nếu ta nhúng vào nhiệt lượng kế một quả cân bằng đồng thau có khối lượng 500g đã được nung lên đến 100°C. Nhiệt dung riêng của nước và đồng thau lần lượt là : C_1 = 4200J/kg.độ và C_2 = 368J/kg.độ. Không tính đến nhiệt lượng do nhiệt lượng kế hấp thụ.**

Giải

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt : $Q_{thu\ vào} = Q_{tỏa\ ra}$

$$m_1C_1(t - t_1) = m_2C_2(t_2 - t)$$

$$\Rightarrow \quad t = \frac{m_1C_1t_1 + m_2C_2t_2}{m_1C_1 + m_2C_2} = \frac{2 \times 4200.15 + 0,5.368.100}{2.4200 + 0,5.368} \approx 16,8^oC.$$

ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NHIỆT CHO NHIỀU CHẤT

441 **Đổ n chất lỏng vào nhiệt lượng kế với :**

- **Khối lượng : $m_1, m_2, ..., m_n$**
- **Nhiệt độ ban đầu : $t_1, t_2, ..., t_n$**
- **Nhiệt dung riêng : $C_1, C_2, ..., C_n$**

Tính nhiệt độ cuối cùng của hệ khi có cân bằng nhiệt. (Cho rằng nhiệt lượng kế không thu nhiệt).

Giải

Giả sử trong nhiệt lượng kế có K chất lỏng đầu tiên tỏa nhiệt, phương trình cân bằng nhiệt cho :

$$m_1C_1(t_1 - t) + ... + m_KC_K(t_K - t) = m_{K+1}C_{K+1}(t - t_{K+1}) + ... + m_nC_n(t - t_n)$$

$$m_1C_1t_1 + ... + m_KC_Kt_K + ... + m_nC_nt_n = (m_1C_1 + ... + m_nC_n) \times t$$

$$\Rightarrow \quad t = \frac{m_1C_1t_1 + ... + m_nC_nt_n}{m_1C_1 + ... + m_nC_n}$$

Kết quả trên cho thấy nhiệt độ lúc cân bằng không phụ thuộc vào số chất tỏa nhiệt hay thu nhiệt.

ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NHIỆT KHI HỆ CÓ NƯỚC VÀ NƯỚC ĐÁ

442 **Trong nhiệt lượng kế chứa $m_1 = 1kg$ nước ở $t_1 = 5^oC$ ta thả vào $m_2 = 2kg$ nước đá. Khi có cân bằng nhiệt, khối lượng nước đá đã tăng thêm $m_3 = 10g$. Hỏi nhiệt độ ban đầu của nước đá ?**

Biết : $C_{nước} = 4200J/kg.độ$; $C_{nước\ đá} = 2100J/kg.độ$;

Nhiệt nóng chảy của nước đá $\lambda = 3,4.10^5J/kg$; nhiệt độ nóng chảy của nước đá là 0^oC (không để ý đến ảnh hưởng nhiệt độ của nhiệt lượng kế).

Giải

Lúc cân bằng nhiệt có cả nước đá nên nhiệt độ lúc cân bằng là 0^oC.

- Nhiệt lượng tỏa ra của m_1 kg nước do nhiệt độ hạ từ t_1 đến 0^oC :

$$Q_1 = m_1C_1(t_1 - 0)$$

- Nhiệt lượng tỏa ra của m_3 kg nước do đông đặc :

$$Q_3 = m_3.\lambda$$

- Nhiệt lượng thu vào của m_2 kg nước do nhiệt độ nước tăng từ t_2 đến 0^oC ($t_2 < 0$) :

$$Q_2 = m_2C_2 (0 - t_2)$$

- Phương trình cân bằng nhiệt :

$$Q_{tỏa\ ra} = Q_{thu\ vào}$$

$$m_1C_1 (t_1 - 0) + m_3\lambda = m_2C_2 (0 - t_2)$$

$$\Rightarrow \quad t_2 = -\frac{m_1C_1t_1 + m_3\lambda}{m_2C_2} = -\frac{1 \times 4200 \times 5 + 0,01 \times 3.4.10^5}{2 \times 2100} \approx -5,8^oC.$$

CÔNG CỦA KHÍ TRONG QUÁ TRÌNH ĐẲNG ÁP A = P.ΔV

443 **Một khối khí có thể tích 10*l* ở áp suất $2.10^5 N/m^2$ được nung nóng đẳng áp từ 30°C đến 150°C. Tính công do khí thực hiện.**

Giải

- Quá trình đẳng áp :

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1 . \frac{T_2}{T_1} = 10 \times \frac{423}{303} \approx 13,96\ l$$

- Công của khí :

$$A = P.\Delta V = P(V_2 - V_1) = 2.10^5(13,96 - 10) \times 10^{-3} = 792J.$$

CÔNG CỦA KHÍ TRONG QUÁ TRÌNH ĐẲNG ÁP

$$A = P.\Delta V = \frac{m}{M} R.\Delta T$$

444 **20g khí H_2 được nung đẳng áp từ 20°C đến 150°C. Tính công mà khí đã thực hiện.**

Giải

Quá trình đẳng áp nên công của khí :

$$A = P.\Delta V = P(V_2 - V_1) = PV_2 - PV_1$$

mà : $PV_2 = \frac{m}{M} RT_2$;

$$PV_1 = \frac{m}{M} RT_1$$

nên : $A = \frac{m}{M} R (T_2 - T_1) = \frac{20}{2} \times 8,31 (150 - 20) = 10803J.$

ÁP DỤNG CÔNG THỨC $Q = A + \Delta U$

445 **Có 10g ôxy ở áp suất 3at và nhiệt độ 10°C. Người ta đốt nóng và cho dãn nở đẳng áp đến thể tích 10*l*. Hỏi :**

a) Nhiệt độ cuối.

b) Công khí sinh ra khi dãn nở.

c) Độ biến thiên nội năng của khí.

Biết nhiệt dung riêng của ôxy trong quá trình đẳng áp là :

$$C_P = 0{,}91.10^3 \text{J/kg.độ}. \qquad \text{Lấy } 1\text{at} = 9{,}81.10^4 \text{N/m}^2.$$

Giải

a) Nhiệt độ cuối : $PV_2 = \frac{m}{M}RT_2$

$$\Rightarrow \quad T_2 = \frac{PV_2M}{m.R} = \frac{3 \times 9{,}81 \times 10^4 \times 10^{-2} \times 32}{10 \times 8{,}31} = 1133{,}2\text{K}.$$

b) Công khí sinh ra khi dãn nở :

Quá trình đẳng áp :

$$A = P.\Delta V = P(V_2 - V_1) = PV_2 - PV_1 = \frac{m}{M}RT_2 - \frac{m}{M}RT_1 = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1)$$

$$= \frac{10}{32} \times 8{,}31(1133{,}2 - 283) \approx 2208\text{J}.$$

c) Độ biến thiên nội năng :

$$Q = A + \Delta U \quad \Rightarrow \quad \Delta U = Q - A$$

Với $Q = m.C_P(T_2 - T_1) = 10^{-2}.0{,}91.10^3(1133{,}2 - 283) = 7736{,}82\ (\text{J})$

nên $\Delta U = 7736{,}82 - 2208 = 5528{,}82\text{J}.$

ĐỘNG CƠ NHIỆT LÍ TƯỞNG

446 **Một động cơ nhiệt lí tưởng với nhiệt độ nguồn nóng là 227°C và nguồn lạnh là 27°C.**

a) Tính hiệu suất động cơ.

b) Biết động cơ có công suất 30kW. Hỏi trong 5 giờ liền nó đã tỏa ra cho nguồn lạnh một nhiệt lượng bằng với nhiệt lượng của bao nhiêu kilogam xăng khi cháy hoàn toàn, biết năng suất tỏa nhiệt của xăng là $q = 4{,}4 \times 10^7$J/kg.

Giải

a) Hiệu suất động cơ nhiệt lí tưởng :

$$H_{max} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{500} = 0{,}4 = 40\%$$

b) Lượng xăng tương đương với nhiệt lượng động cơ tỏa ra cho nguồn lạnh :

- Công mà động cơ đã thực hiện trong 5h :

$$A = N.t = 3.10^4 \times 5 \times 36.10^2 = 54.10^7 (J)$$

- Có : $H_{max} = \dfrac{A}{Q_1} \Rightarrow Q_1 = \dfrac{A}{H_{max}} = \dfrac{54.10^7}{0,4} = 13,5.10^8 J$

- Nhiệt lượng tỏa ra cho nguồn lạnh :

$$Q_2 = Q_1 - A = 13,5.10^8 - 5,4.10^8 = 8,1 \times 10^8 (J)$$

- Khối lượng xăng :

$$m = \frac{Q_2}{q} = \frac{8,1.10^8}{4,4.10^7} \approx 18,41kg.$$

TÍNH CÔNG SUẤT CỦA ĐỘNG CƠ Ô TÔ

447 **Tính công suất của một động cơ ô tô biết trong thời gian $t = \frac{10}{3}$h ô tô tiêu thụ hết 62l xăng. Biết hiệu suất động cơ là H = 30%, năng suất tỏa nhiệt của xăng là $q = 46.10^6$J/kg và khối lượng riêng của xăng là D = 0,7kg/l**

Giải

- Khối lượng xăng :

$$m = V.D = 62 \times 0,7 = 43,4 \text{ kg}$$

- Nhiệt lượng do nguồn nóng cung cấp :

$$Q_1 = m \times q = 43,4 \times 46.10^6 = 1996,4.10^6 J$$

- Hiệu suất : $H = \dfrac{A}{Q_1}$

$$\Rightarrow A = H \times Q_1 = 0,3 \times 1996,4 \times 10^6 = 598,92.10^6 J$$

- Công suất động cơ :

$$N = \frac{A}{t} = \frac{598,92.10^6}{\frac{10}{3} \times 3600} = 49910W = 49,91kW.$$

HIỆU SUẤT VÀ HIỆU SUẤT LÍ TƯỞNG

448 **Một máy hơi nước có công suất N = 20kW, nhiệt độ nguồn nóng là $t_1 = 200°C$, nguồn lạnh là $t_2 = 58°C$. Biết hiệu suất của động cơ này bằng $\frac{2}{3}$ lần hiệu suất lí tưởng ứng với hai nhiệt độ nói trên. Tính lượng than tiêu thụ trong thời gian 3 giờ, biết năng suất tỏa nhiệt của than là $q = 34.10^6$J/kg.**

Giải

- Hiệu suất lí tưởng : $H_{max} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{331}{473} = 0,3$

- Hiệu suất động cơ : $H = \frac{2}{3} H_{max} = 0,2$

- Có $H = \frac{A}{Q_1} = \frac{N \times t}{Q_1} \Rightarrow Q_1 = \frac{N \times t}{H} = \frac{2.10^4 \times 3.3600}{0,2} = 108.10^7 J$

- Lượng than : $m = \frac{Q_1}{q} = \frac{108 \times 10^7}{34.10^6} \approx 31,76kg.$

BÀI TẬP TƯƠNG TỰ

449 Bỏ miếng kim loại ở 20^oC vào chất lỏng 100^oC thì nhiệt độ cuối cùng của chúng là 90^oC.

Sau đó lấy miếng kim loại ra, cho nó hạ xuống đến 30^oC rồi bỏ trở lại vào chất lỏng trên (nhiệt độ chất lỏng vẫn là 90^oC). Hỏi khi có cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của chúng là bao nhiêu ?

Hướng dẫn

- Lần đầu : $m_1C_1 (100 - 90) = m_2C_2 (90 - 20)$

$$m_1C_1 = 7\, m_2C_2$$

- Lần sau : $m_1C_1 (90 - t) = m_2C_2 (t - 30)$

$$7\, m_2C_2 (90 - t) = m_2C_2 (t - 30) \Rightarrow t = 82,5^oC.$$

450 Khối lượng tổng cộng của nhiệt lượng kế bằng than và dầu hỏa chứa trong nhiệt lượng kế là 220g. Nhiệt độ ban đầu là 20^oC. Thả vào nhiệt lượng kế ấy một khối sắt 200g đã nung nóng đến 96^oC và nhiệt độ khi có cân bằng nhiệt là 40^oC. Tính khối lượng than.

Biết nhiệt dung riêng của than là $C_1 = 380J/kg.độ$, nhiệt dung riêng của dầu hỏa là $C_2 = 2120J/kg.độ$ và nhiệt dung riêng của sắt là $C_3 = 460J/kg.độ$.

Hướng dẫn

$$[380.m_1 + 2120(0,22 - m_1)](40 - 20) = 0,2 \times 460\,(96 - 40)$$

$$\Rightarrow m_1 = 0,12kg.$$

451 Một xy lanh đặt thẳng đứng có tiết diện $S = 200cm^2$ và pittông nặng $F = 1000N$. Trong xy lanh có chứa 1 mol khí ở $t_1 = 27^oC$. Để pittông có thể di chuyển được $l = 30cm$ thì phải nung nóng khí lên đến nhiệt độ ? Biết áp suất khí quyển là $P_o = 10^5N/m^2$.

Hướng dẫn

- $A = (P_0S + F) \times l$ (1)
- $A = P.\Delta V = R(T_2 - T_1)$ (2)

(1) và (2) cho : $T_2 = 408,3K$.

452 Một lượng khí ở áp suất $P = 3.10^5 N/m^2$ có thể tích $V_1 = 10l$. Sau khi nhận được nhiệt lượng 5000J thì nó biến đổi đẳng áp và nội năng tăng 2000J.

a) Tính thể tích khí ở cuối quá trình biến đổi.

b) Nhiệt độ khí lúc đầu là 30°C. Tính nhiệt độ cuối.

Hướng dẫn

- $A = Q - \Delta U = 3000J$ (1)
- $A = P(V_2 - V_1) = 3.10^5(V_2 - 10^{-2})$ (2)

(1) và (2) cho : $V_2 = 20l$

- $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 606K.$

453 Một khối khí có thể tích $3l$, áp suất $2.10^5 N/m^2$, nhiệt độ 27°C được đun nóng đẳng tích đến nhiệt độ 327°C và sau đó giãn đẳng áp. Nhiệt độ cuối của khí là 627°C. Tính :

a) Thể tích khí sau khi giãn đẳng áp.

b) Công của khí khi thực hiện biến đổi trên.

Hướng dẫn

a) • Đẳng tích : $\dfrac{P_2}{T_2} = \dfrac{P_1}{T_1} \Rightarrow P_2 = 4.10^5$ at

• Đẳng áp : $\dfrac{V_2}{T_2} = \dfrac{V_3}{T_3} \Rightarrow V_3 = 4,5\ l$

b) • Đẳng tích : $A_1 = 0$

• Đẳng áp : $A_2 = P_2(V_3 - V_2) = 4.10^{-5}(4,5 - 3) \times 10^{-3} = 600J$

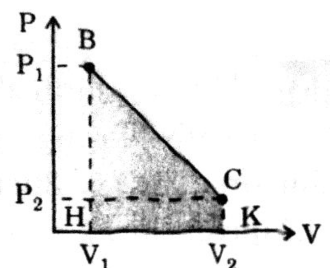
• $A = A_1 + A_2 = 600J.$

454 Trên đồ thị P, V biểu diễn quá trình giãn khí của một khối khí lí tưởng. Biết $P_1 = 3at$, $V_1 = 2l$, $P_2 = 1at$, $V_2 = 5l$. Tính :

a) Công mà khí đã thực hiện.

b) Biết khí đã nhận được nhiệt lượng Q = 488,6J.

Hỏi nội năng của khí tăng hay giảm và tăng, giảm bao nhiêu ? Lấy $1at = 9,81.10^4 N/m^2$.



Hướng dẫn

a) Công của khí là diện tích hình thang BCHK :

$$A = HK.\frac{BH + CK}{2} = (V_2 - V_1) \times \frac{P_1 + P_2}{2} = 588{,}6J$$

b) $\Delta U = Q - A = -100J < 0$: nội năng giảm.

455 Một khối khí dựng trong xy lanh. Ta cho khối khí đó biến đổi đẳng tích từ nhiệt độ $T_1 = 133K$ đến nhiệt độ $T_2 = 187K$, xong biến đổi đẳng áp tới nhiệt độ $T_3 = 312K$ và cuối cùng giãn đẳng nhiệt tới thể tích $V_4 = 7l$.

Thể tích và áp suất ban đầu của khí là : $V_1 = 3l$ và $P_1 = 1{,}01.10^5 N/m^2$.

a) Xác định áp suất của 3 trạng thái sau (P_2, P_3, P_4).

b) Vẽ đồ thị áp suất P theo thể tích V.

c) Biết trong giai đoạn cuối (giãn đẳng nhiệt) khí đã nhận được nhiệt lượng Q = 238J. Tính công trong mỗi giai đoạn biến đổi và so sánh các công này.

d) Tìm lại kết quả đã so sánh bằng hình vẽ.

Hướng dẫn

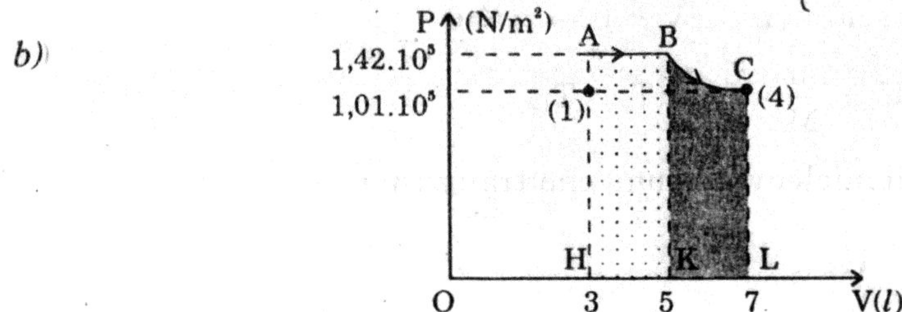
a)

$$\begin{cases} \bullet\ P_1 = 1{,}01.10^5 N/m^2 \\ \bullet\ V_1 = 3(l) \\ \bullet\ T_1 = 133K \end{cases} \xrightarrow{\text{ĐẲNG TÍCH}} \begin{cases} \bullet\ P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} = 1{,}42.10^5 N/m^2 \\ \bullet\ V_2 = 3(l) \\ \bullet\ T_2 = 187K \end{cases}$$

↓ ĐẲNG ÁP

$$\begin{cases} \bullet\ P_4 = P_3 \frac{V_3}{V_4} = 1{,}01.10^5 \frac{N}{m^2} \\ \bullet\ V_4 = 7(l) \\ \bullet\ T_4 = T_3 = 312K \end{cases} \xleftarrow{\text{ĐẲNG NHIỆT}} \begin{cases} \bullet\ P_3 = P_2 = 1{,}42.10^5 \frac{N}{m^2} \\ \bullet\ V_3 = V_2.\frac{T_3}{T_2} = 5(l) \\ \bullet\ T_3 = 312K \end{cases}$$

b)



c) • Đẳng tích : $\Delta V = 0 \rightarrow A_1 = 0$

• Đẳng áp : $A_2 = P_3 (V_3 - V_2) = 1{,}42.10^5 (5 - 3) \times 10^{-3} = 284J$

• Đẳng nhiệt : $\Delta U = 0$

$A_3 = Q = 238J$

- So sánh : $A_1 < A_3 < A_2$

d) So sánh trên hình vẽ : $A_2 =$ dt (ABHK)

$A_3 =$ dt (BCKL) $< A_2$

Vậy : $A_1 = 0 < A_3 < A_2$

456 5 mol khí ôxy được nung nóng để nhiệt độ tăng thêm 10^o. Tìm nhiệt lượng mà khí nhận được trong 2 quá trình.

a) Biến đổi đẳng tích. b) Biến đổi đẳng áp.

Biết độ biến thiên nội năng của khí O_2 được tính bởi công thức :

$$\Delta U = n \times \frac{5}{2} R(T_2 - T_1).$$

Hướng dẫn

Độ biến thiên nội năng :

$$\Delta U = n.\frac{5}{2}R.\Delta T = 5.\frac{5}{2} \times 8,31 \times 10 = 1038,75J$$

a) Biến đổi đẳng tích : • $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0$

• $Q = A + \Delta U = 1038,75J$

b) Biến đổi đẳng áp :

- $A = P.\Delta V = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1) = nR\Delta T = 5 \times 8,31 \times 10 = 415,5J$
- $Q = A + \Delta U = 1454,25J.$

457 Một bình kín và không giãn nở có thể tích 10*l* đựng 56g khí nitơ ở nhiệt độ 20°C. Sau khi hơ nóng, áp suất trong bình lên tới $10^6 N/m^2$. Tìm nhiệt lượng mà khối khí nhận được, biết độ biến thiên nội năng của khí nitơ được tính bởi công thức : $\Delta U = \frac{m}{M}.\frac{5}{2} R (T_2 - T_1)$.

Hướng dẫn

- Bình không giãn nở nên : $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0$
- $Q = A + \Delta U = \Delta U = \frac{m}{M} \times \frac{5}{2} R (T_2 - T_1)$
- Phương trình Mendeleev áp dụng cho trạng thái sau :

$$P_2V = \frac{m}{M}RT_2$$

$$\Rightarrow \quad T_2 = \frac{P_2MV}{mR} = \frac{10^6.28.10^{-2}}{56 \times 8,31} = 601,68K$$

- $$Q = \frac{56}{28} \times \frac{5}{2} \times 8,31 (601,68 - 293) = 12825,65J.$$

Phần III : ÔN TẬP

458 Một chất điểm chuyển động theo đường thẳng có vận tốc ban đầu $V_0 = 2m/s$, chuyển động đều trong khoảng thời gian $t_1 = 3s$, chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a_2 = 2m/s^2$ trong thời gian $t_2 = 2s$, với gia tốc $a_3 = 1m/s^2$ trong thời gian $t_3 = 5s$ với gia tốc $a_4 = -3m/s^2$ trong thời gian $t_4 = 2s$ và cuối cùng chuyển động đều trong thời gian 3s.

a) Tính vận tốc cuối V_c và quãng đường đi được S.

b) Vẽ đồ thị phụ thuộc của vận tốc vào thời gian V(t), từ đó tìm lại quãng đường đi được S.

(Trích đề thi tuyển sinh ĐH – 1999)

Hướng dẫn

a) Sau giai đoạn 1 : $V_1 = 2$ (m/s)

Sau giai đoạn 2 : $V_2 = V_1 + a_2t_2 = 6$ (m/s)

Sau giai đoạn 3 : $V_3 = V_2 + a_3t_3 = 11$ (m/s)

Sau giai đoạn 4 : $V_4 = V_3 + a_4t_4 = 5$ (m/s)

Vận tốc cuối : $V_c = V_4 = 5$ (m/s)

Quãng đường đi : $S_1 = V_o.t_1 = 6$ (m)

$$S_2 = V_1.t_2 = \frac{1}{2}a_2t_2^2 = 8 \text{ (m)}$$

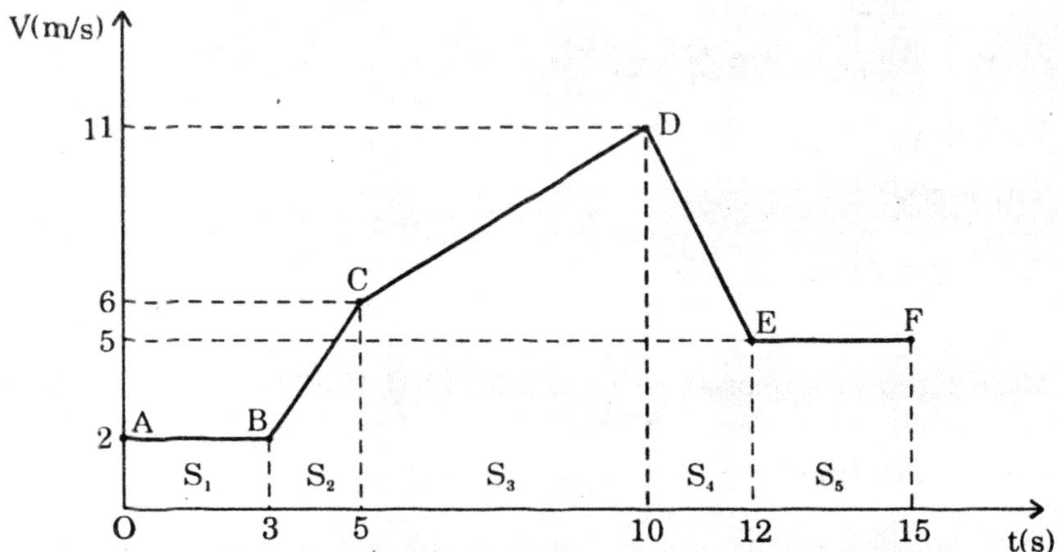
$$S_3 = V_2t_3 + \frac{1}{2}a_3t_3^2 = 42,5 \text{ (m)}$$

$$S_4 = V_3t_4 + \frac{1}{2}a_4t_4^2 = 16 \text{ (m)}$$

$$S_5 = V_4t_5 = 15 \text{ (m)}$$

Vậy : S = 87,5 (m)

b) Đồ thị vận tốc :



Đường đi còn được tính bằng diện tích giới hạn bởi đồ thị vận tốc – thời gian với trục thời gian :

$$S_1 = 2.3 = 6 \text{ (m)}$$

$$S_2 = \frac{2+6}{2}.2 = 8 \text{ (m)}$$

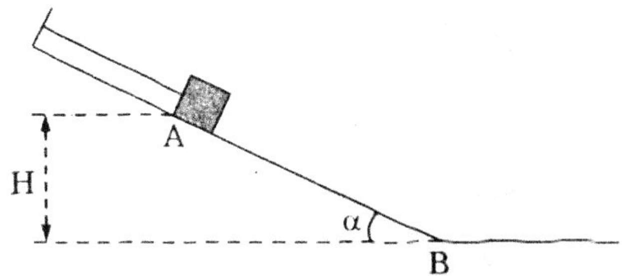
$$S_3 = \frac{6+11}{2}.5 = 42,5 \text{ (m)}$$

$$S_4 = \frac{11+5}{2}.2 = 16 \text{ (m)}$$

$$S_5 = 5.3 = 15 \text{ (m)}$$

Vậy : S = 87,5 (m).

459 Một vật khối lượng m = 1,5kg được giữ tại A trên mặt phẳng nghiêng bằng một sợi dây như hình vẽ. Cho H = 6m, $\alpha = 30^0$, $g = 10m/s^2$.



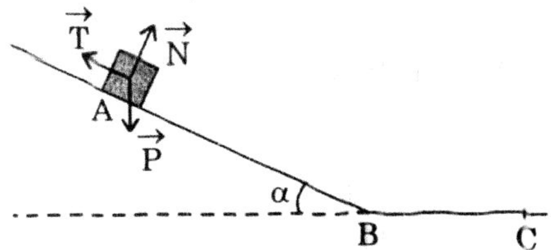
a) Tính lực căng của dây treo và lực nén của vật lên mặt phẳng nghiêng tại A. Bỏ qua ma sát.

b) Cắt dây, tính vận tốc của vật ở chân mặt phẳng nghiêng (B) và quãng đường vật đi được trên mặt ngang kể từ B đến khi dừng, coi hệ số ma sát không đổi trong quá trình chuyển động và bằng 0,15. Các kết quả thay đổi như thế nào nếu khối lượng vật tăng lên 2 lần.

(Trích đề thi tuyển sinh ĐH – 1999)

Hướng dẫn

a) Khi vật đứng yên :



$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = 0$$

$$\Rightarrow \quad T = P\sin\alpha = 7,5 \text{ (N)}$$

$$N = P\cos\alpha = 7,5\sqrt{3} \text{ (N)}$$

b) Khi cắt dây :

+ $a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

+ $V_B^2 = 2a_1.AB = 2a_1.\dfrac{H}{\sin\alpha}$

$$= 2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha).\frac{H}{\sin\alpha} = 120(1 - 0,15\sqrt{3})$$

$$V_B \approx 9,42 \text{ (m/s)}$$

+ Lúc dừng lại tại C :

$$O - V_B^2 = -2a_2.BC \quad \text{với} \quad a_2 = \mu.g = 1,5 \text{ (m/s)}$$

$$\Rightarrow \quad BC = \frac{V_B^2}{2a_2} \approx 29,6 \text{ (m)}$$

+ V_B và BC không phụ thuộc vào khối lượng m nên kết quả không đổi.

460 Một vật nhỏ M trượt không ma sát với vận tốc ban đầu bằng không từ đỉnh một bán cầu có bán kính R = 7,5m đặt trên mặt đất phẳng ngang. (Hình vẽ).

Lấy $g = 9,8m/s^2$ và bỏ qua sức cản không khí.

a) Tại độ cao bằng bao nhiêu tính từ mặt đất vật sẽ tách khỏi bề mặt bán cầu ?

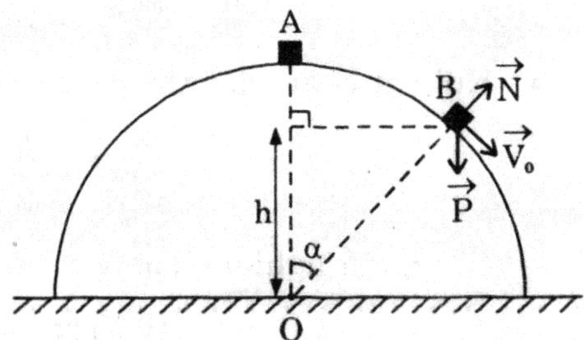
b) Viết phương trình quỹ đạo của vật sau khi nó tách khỏi bề mặt bán cầu. Xác định vị trí mà vật rơi trên mặt đất và cho biết phương, chiều và giá trị của véctơ vận tốc tại điểm rơi này.

(Trích đề thi tuyển sinh ĐH An ninh – 1999)

Hướng dẫn

a) • Khi còn trượt trên bán cầu, hợp lực tác dụng vào vật :

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{N}$$



Thành phần lực hướng tâm :

$$F_{ht} = P\cos\alpha - N$$

hay : $$m\frac{V^2}{R} = mg\cos\alpha - N$$

lúc vật bắt đầu rời bán cầu, N = 0 nên :

$$m\frac{V^2}{R} = mg\cos\alpha \qquad (1)$$

• Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta tính được :

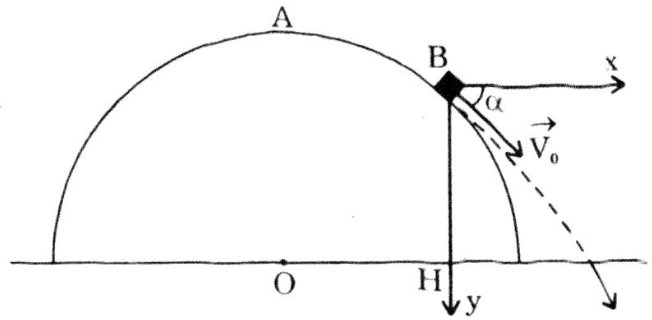
$$V^2 = 2gR(1 - \cos\alpha) \qquad (2)$$

(1) và (2) cho : $$\cos\alpha = \frac{2}{3}$$

• Điểm vật rời cách mặt đất :

$$h = R\cos\alpha = 5 \text{ (m)}$$

b) Chọn hệ trục tọa độ xBy như hình vẽ với B là vị trí vật bắt đầu rời bán cầu và t = 0 là lúc đó.



- Vận tốc đầu $\vec{V}_o$ có :

  + Phương hợp với Bx góc α

  mà $\cos\alpha = \dfrac{2}{3}$, $\sin\alpha = \dfrac{\sqrt{5}}{3}$

  + Độ lớn : $V_o^2 = 2gR(1 - \cos\alpha) = 49 \quad \Rightarrow \quad V_o = 7$ (m/s)

- Phương trình chuyển động :

  + $x = (V_o\cos\alpha)t = \dfrac{14}{3}t$

  + $y = (V_o\sin\alpha)t + \dfrac{1}{2}gt^2 = \dfrac{7\sqrt{5}}{3}t + 4{,}9t^2$

- Phương trình quỹ đạo :

$$y = \frac{9}{40}x^2 + \frac{\sqrt{5}}{2}x$$

- Khi vật chạm đất thì y = h = 5m :

$$5 = \frac{9}{40}x^2 + \frac{\sqrt{5}}{2}x$$

  Chỉ nhận nghiệm dương :

$$x = \frac{10}{9}(\sqrt{23} - \sqrt{5}) \approx 2{,}84 \text{ (m)}$$

  Chỗ chạm đất cách tâm O khoảng :

$$OC = OH + HC = \frac{R\sqrt{5}}{3} + x \approx 7{,}17 \text{ (m)}$$

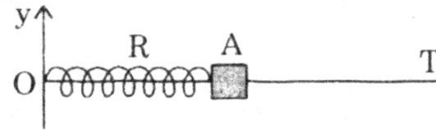
- Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta tính được vận tốc vật khi chạm đất là :

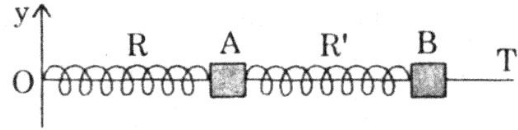
$$V = \sqrt{2gR} = 12{,}12 \text{ (m/s)}$$

  $\vec{V}$ hợp với mặt đất góc β cho bởi :

$$\cos\beta = \frac{V_{ox}}{V} = \frac{V_o\cos\alpha}{V} = 0{,}385 \quad \Rightarrow \quad \beta \approx 67^0.$$

461 1. Một lò xo R có độ dài tự nhiên l_o = 24,3cm và độ cứng k = 100 N/m, có đầu O gắn với một thanh cứng nằm ngang T' (Hình vẽ), đầu kia gắn vật nhỏ A khối lượng m = 100g. Thanh T xuyên qua tâm vật A và A' có thể trượt không ma sát trên T. Cho biết gia tốc rơi tự do là g = 10m/s^2. Cho thanh T quay đều quanh trục thẳng đứng Oy với vận tốc ω = 10rad/s. Tính độ dài l của R. Xác định phương, chiều và cường độ của lực do R tác dụng vào điểm O.



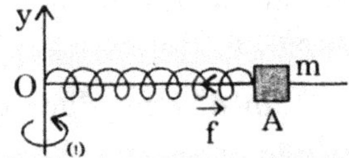


2. Gắn thêm vào A một lò xo R' giống hệt R và cũng mang vật B giống như A. Cho hệ quay quanh Oy cùng với vận tốc góc ω = 10rad/s. Tính độ dài của lò xo R, R' và lực tác dụng vào O.

(Trích đề thi tuyển sinh ĐH Công đoàn – 1999)

Hướng dẫn

1. Khi quay vật A chuyển động tròn đều, lực đàn hồi do lò xo dãn ra $\Delta l = l - l_o$ là lực hướng tâm :



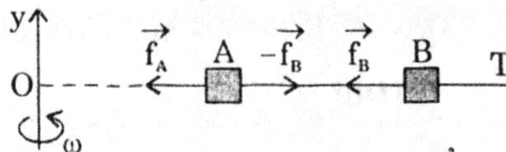
$$f = k(l - l_o) = m\omega^2 l$$

$$\Rightarrow \quad l = \frac{k.l_o}{k - m\omega^2} = 0,27 \text{ (m)}$$

- Do lò xo dãn ra nên O bị lực kéo có giá là thanh T, có chiều từ O → A và độ lớn :

$$f' = f = k(l - l_o) = 2,7 \text{ (N)}$$

2.



- Lực hướng tâm tác dụng vào A gồm 2 lực đàn hồi $\vec{f}_A$ và $-\vec{f}_B$:

$$f_A - f_B = m\omega^2.L_A \qquad (\text{với } L_A = OA)$$

$$k(L_A - l_o) - k(L_B - l_o) = m\omega^2.L_A$$

$$k(L_A - L_B) = m\omega^2.L_A$$

$$100(L_A - L_B) = 0,1.10^2.L_A \qquad \Rightarrow \qquad L_B = 0,9L_A$$

- Lực hướng tâm tác dụng vào B là lực đàn hồi $\vec{f_B}$:

$$f_B = m\omega^2(L_A + L_B)$$

$$k(L_B - l_o) = m\omega^2(L_A + L_B)$$

$$100(L_B - 24,3.10^{-2}) = 0,1.10^2(L_A + L_B)$$

Thay $L_B = 0,9L_A$ ta được : $L_A = \dfrac{2,43}{7,1}$ (m).

Vậy độ dãn lò xo R là :

$$\Delta L_A = L_A - l_o \approx 9,93 \text{ (cm)}$$

Và : $L_B = 0,9L_A \approx 0,308$ (m)

Vậy độ dãn của R' là :

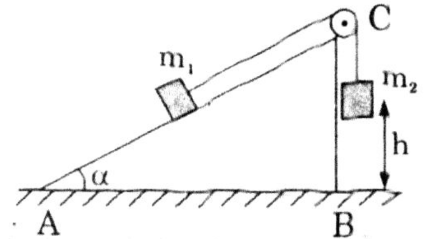
$$\Delta L_B = L_B - l_o = 6,5 \text{ (cm)}$$

- Lực tác dụng vào O là lực đàn hồi của lò xo R :

$$f'_A = f_A = k(L_A - l_o) \approx 9,93 \text{ (N)}.$$

462 Nêm AB có đáy nằm ngang trên mặt đất, cạnh BC đứng thẳng, góc $\alpha = 30^0$ (Hình vẽ). Hai vật có khối lượng m_1 = 1kg và m_2 = 2kg được buộc vào hai đầu đoạn dây vắt qua ròng rọc. Khối lượng của dây và ròng rọc không đáng kể.

Ban đầu m_2 được giữ cố định ở độ cao h = 1m so với mặt đất. Thả cho hệ thống chuyển động không vận tốc ban đầu, m_1 trượt trên mặt phẳng nghiêng với hệ số ma sát k = 0,23.



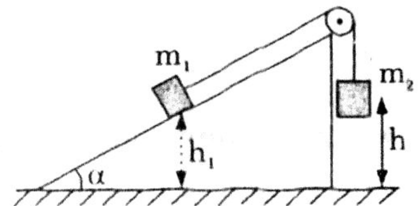
a) Dùng định luật bảo toàn năng lượng tính vận tốc V của m_2 khi nó sắp chạm đất.

b) Tính giá trị a của m_2 và sức căng T của dây. Kiểm tra lại giá trị của V. Lấy $g = 10m/s^2$.

(Trích đề thi chọn học sinh giỏi toàn quốc – 1986)

Hướng dẫn

a) Chọn mốc thế năng tại mặt đất



+ Cơ năng hệ lúc đầu :

$$E_O = m_1gh_1 + m_2gh$$

+ Cơ năng hệ lúc cuối :

$$E = m_1g(h_1 + h\sin\alpha) + \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2$$

+ Công ma sát : $A = -K.N.h = -K(m_1g\cos\alpha).h$

+ Định luật bảo toàn năng lượng : $E_0 = E + A$

Suy ra : $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = m_2gh - m_1ghsin\alpha - K.m_1gcos\alpha.h$

Thay số và tính được : $V \approx 3(m/s)$

b) Vật m_1 : $T - K.m_1gcos\alpha - m_1gsin\alpha = m_1a$ (1)

Vật m_2 : $-T + m_2g = m_2a$ (2)

Cộng (1) và (2) tính được : $a \approx 4,4\ m/s^2$

và (2) $\Rightarrow$ $T = m_2(g - a) \approx 11,3\ (N)$

Kiểm tra lại V : Vì m_2 chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a nên

$$V = \sqrt{2ah} \approx 3\ (m/s).$$

463 Một người lái đoàn tàu lửa chở khách đang chạy với vận tốc $V_1 = 108km/h$ phát hiện thấy ở khoảng cách phía trước $l_o = 180m$ một đoàn tàu chở hàng đang chạy cùng chiều với vận tốc $V_2 = 32,4km/h$. Ngay lập tức người lái tàu hãm phanh, nhờ thế đoàn tàu khách bắt đầu chuyển động với gia tốc $a = -1,2m/s^2$. Liệu có đủ để cho hai đoàn tàu không đâm vào nhau không ?

(Trích đề thi chọn học sinh giỏi Nga)

Hướng dẫn

Chọn gốc tọa độ tại vị trí tàu chở khách hãm phanh và gốc thời gian lúc đó.

Chiều dương là chiều chuyển động có :

$$V_1 = 108km/h = 30m/s$$
$$V_2 = 32,4km/h = 9m/s$$

Phương trình chuyển động của hai tàu :

$$x_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_1t = -0,6t^2 + 30t$$

$$x_2 = l_o + v_2t = 108 + 9t$$

- Tàu khách dừng (nếu không đâm vào tàu chở hàng) lực t cho bởi :

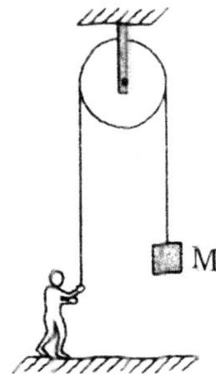
$$V = -1,2t + 30 = 0 \Rightarrow t = 25\ (s)$$

- Hai tàu sẽ đâm vào nhau nếu $x_1 = x_2$ và $t < 25\ (s)$

Với $x_1 = x_2 \Rightarrow -0,6t^2 + 30t = 108 + 9t \Rightarrow t = \left| \begin{array}{l} 28,74s \\ 6,26s \end{array} \right.$

Vậy hai tàu sẽ đâm vào nhau lúc $t = 6,26\ (s)$.

464 Một dây vắt qua ròng rọc có một vật khối lượng M = 82kg. Đầu kia có một người khối lượng m = 80kg.



Lấy $g = 10m/s^2$. Bỏ qua khối lượng ròng rọc.

1. Người ấy có thể đứng trên mặt đất mà kéo dây để nâng vật lên hay không ? Tại sao ?

2. Chứng minh rằng nếu người ấy leo dây với gia tốc (đối với dây) $a > a_{min}$ thì vật được nâng lên. Tính a_{min}.

(Trích đề thi chọn học sinh giỏi - 1995)

Hướng dẫn

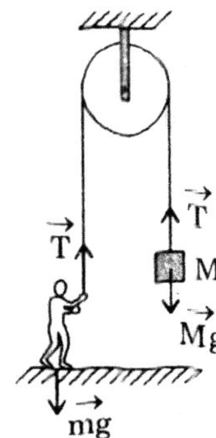
1. Khi người đứng trên mặt đất thì người này chỉ có thể kéo dây bằng một lực $\vec{T}$ mà :

$$T < mg = 800 \text{ (N)}$$

Nhưng để M đi lên thì :

$$T \geq Mg = 820 \text{ (N)}$$

Vậy không thể kéo vật nâng lên.



2. Gọi a là gia tốc của người leo đối với dây trong hệ quy chiếu gắn với dây :

$$T - mg = ma$$

$$\Rightarrow \quad T = m(a + g) \geq Mg$$

$$\Rightarrow \quad a \geq \left(\frac{M}{m} - 1\right)g = 0{,}25$$

Vậy : $a_{min} = 0{,}25 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

465 Một vật được ném lên từ mặt đất theo phương thẳng đứng với vận tốc ban đầu $V_o = 20m/s$. Lấy $g = 10m/s^2$.

a) Tính độ cao lớn nhất mà vật đạt được, nếu bỏ qua lực cản không khí.

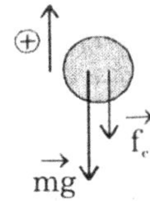
b) Nếu có lực cản không khí, coi là không đổi và bằng 5% trọng lượng của vật thì độ cao lớn nhất mà vật đạt được và vận tốc chạm đất của vật là bao nhiêu ?

(Trích đề thi tuyển sinh ĐH Luật Hà Nội - 1999)

Hướng dẫn

a) $$h_o = \frac{V_o^2}{2g} = 20 \text{ (m)}$$

b) • Lúc đi lên vật thu gia tốc :

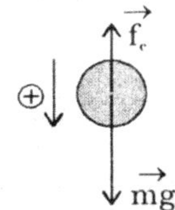


$$a_1 = -\frac{mg + f_c}{m} \quad \text{với} \quad f_c = \frac{5}{100}mg$$

$$= -10,5\ (m/s^2)$$

Độ cao cực đại $\quad h_{max} = -\frac{V_o^2}{2a_1} \approx 19,05\ (m)$

• Lúc đi xuống vật thu gia tốc :

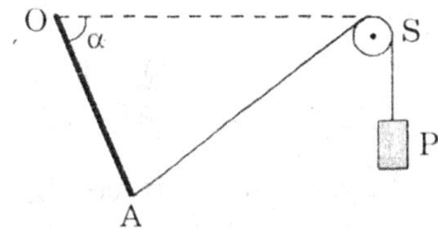


$$a_2 = \frac{mg - f_c}{m} = 9,5\ m/s^2$$

Vận tốc khi chạm đất : $\quad V^2 = 2a_2.h_{max}$

$V \approx 19,025 m/s.$

466 Một thanh đồng chất trọng lượng $Q = 2\sqrt{3}$ N có thể quay quanh chốt ở đầu O. Đầu A của thanh được nối bằng dây không giãn vắt qua ròng rọc S với một vật có trọng lượng P = 1N. S ở cùng độ cao với O và OS = OA. Khối lượng của dây ròng rọc không đáng kể.

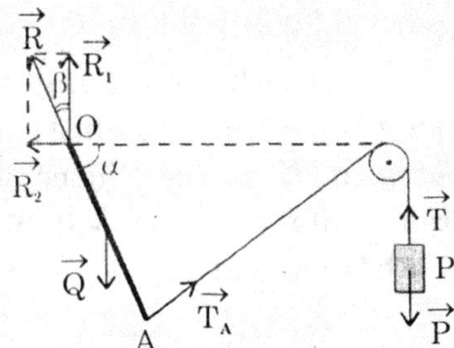


Tính góc $\alpha = \widehat{SOA}$ ứng với cân bằng của hệ thống và tìm phản lực của chốt O.

(Trích đề thi học sinh giỏi Quốc gia – 1990)

Hướng dẫn

Thanh cân bằng khi mômen của $\vec{Q}$ và $\vec{T_A}$ đối với O bằng nhau :



$$Q.\frac{l}{2}.\cos\alpha = T_A.l.\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$Q.\cos\alpha = 2P.\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$Q\left(2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1\right) = 2P.\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$2\sqrt{3}\left(2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1\right) = 2.1.\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$2\sqrt{3}\cos^2\frac{\alpha}{2} - \cos\frac{\alpha}{2} - \sqrt{3} = 0$$

Đặt $\cos\frac{\alpha}{2} = x$ và giải ta được : $\cos\frac{\alpha}{2} = x = \left| \begin{array}{l} \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{3} \end{array} \right.$

Với $\alpha \leq 90^0$ nên $\cos\frac{\alpha}{2} > 0$, vậy

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 60^0$$

Tìm phản lực của chốt O :

Thanh cân bằng theo phương ngang nên :

$$R_2 = T_A.\cos\alpha = P\cos60^0 = \frac{1}{2}\ (N)$$

và cân bằng theo phương đứng nên :

$$R_1 = Q - T_A\sin\alpha = \frac{3\sqrt{3}}{2}\ (N)$$

Vậy phản lực $\vec{R}$ của O có :

+ $R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2} = \sqrt{7}$ (N)

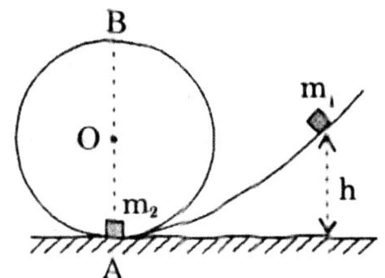
+ Hợp với phương thẳng đứng góc β mà :

$$tg\beta = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\sqrt{3}}{9} \quad \Rightarrow \quad \beta \approx 10^0 45'$$

+ Chiều : đi lên.

467 Trong một mặt phẳng thẳng đứng, một máng thẳng nghiêng được nối với một máng tròn. Điểm tiếp xúc giữa máng nghiêng và máng tròn là A.

Ở độ cao h trên máng nghiêng có vật m_1 khối lượng $m_1 = 2m$, ở điểm tiếp xúc A có vật m_2 khối lượng $m_2 = m$. Các vật có thể trượt không ma sát trên máng. Thả nhẹ vật m_1 trượt xuống va chạm đàn hồi vào vật m_2.



Với $h < \frac{\sqrt{R}}{2}$, R là bán kính của máng tròn. Hai vật chuyển động thế nào sau va chạm. Tính các độ cao cực đại h_1 và h_2 mà chúng đạt được.

(Trích đề thi học sinh giỏi Quốc gia – 1994)

Hướng dẫn

+ Gọi V_o là vận tốc m_1 ngay trước khi va chạm thì :

$$m_1hg = \frac{1}{2}m_1V_o^2 \quad \Rightarrow \quad V_o = \sqrt{2gh}$$

+ Gọi V_1, V_2 là vận tốc của m_1 và m_2 ngay sau va chạm

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và năng lượng :

$$\begin{cases} m_1V_o = m_1V_1 + m_2V_2 \\ \frac{1}{2}m_1V_o^2 = \frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2 \end{cases}$$

Với $m_1 = 2m$ và $m_2 = m$ ta được :

$$\begin{cases} 2V_o = 2V_1 + V_2 \\ 2V_o^2 = 2V_1^2 + V_2^2 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên ta được :

$$\left[\begin{array}{l} V_1 = V_o \Rightarrow V_2 = 0 \quad \text{(loại)} \\ V_1 = \frac{V_o}{3} \Rightarrow V_2 = \frac{4V_o}{3} \end{array}\right.$$

Sau va chạm V_1 và V_2 cùng dấu với V_o tức hai vật tiếp tục chuyển động lên máng tròn.

+ Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng sau va chạm :

Vật m_1 : $\frac{1}{2}m_1V_1^2 = m_1gh_1$

$$\Rightarrow h_1 = \frac{V_1^2}{2g} = \frac{1}{2g}\left(\frac{V_o}{3}\right)^2 = \frac{h}{9} < \frac{R}{2}$$

Vật m_2 : $\frac{1}{2}m_2V_2^2 = m_2gh$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{V_2^2}{2g} = \frac{16}{9}h < \frac{R}{2}.$$

468 Một vật nhỏ khối lượng 0,1kg được treo vào một dây cao su có hệ số đàn hồi k = 10 N/m. Đầu kia của dây cố định. Kéo lệch cho dây nằm ngang và có chiều dài tự nhiên l = 1m rồi thả vật không vận tốc đầu. Biết rằng dây cao su giãn nhiều nhất khi đi qua vị trí cân bằng (thẳng đứng), hãy tính độ giãn Δl của dây và vận tốc V_A của dây khi đi qua vị trí ấy. Bỏ qua khối lượng của dây lấy $g = 10m/s^2$.

(Trích đề thi chọn học sinh giỏi Quốc gia – 1990)

Hướng dẫn

Chọn mốc thế năng tại B

- Cơ năng tại A : $mg(l + \Delta l)$
- Cơ năng tại B : $\frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}k\Delta l$

Trong đó $\frac{1}{2}k\Delta l$ là thế năng đàn hồi của lò xo lúc qua B.

Định luật bảo toàn cơ năng cho

$$mg(l + \Delta l) = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}k\Delta l^2 \qquad (1)$$

Lúc qua B vật có hợp lực hướng tâm :

$$F_{ht} = T - mg$$

với : $\begin{cases} F_{ht} = \dfrac{mV^2}{l + \Delta l} \\ T = k\Delta l \end{cases}$ nên : $\dfrac{mV^2}{l + \Delta l} = k\Delta l - mg$

$\Rightarrow \quad mV^2 = (k\Delta l - mg)(l + \Delta l)$ và thế vào (1) ta được :

$$mg(l + \Delta l) = \frac{1}{2}(k\Delta l - mg)(l + \Delta l) + \frac{1}{2}k\Delta l^2$$

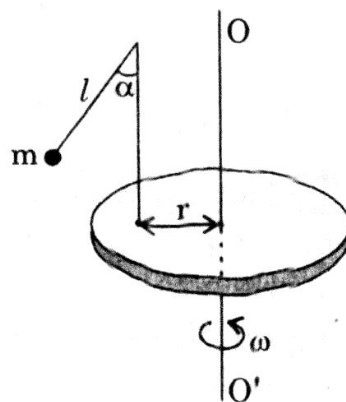
Thay số ta được : $20\Delta l^2 + 7\Delta l - 3 = 0$

Kết quả ta chọn nghiệm dương : $\Delta l = 0,25$ (m)

và $V^2 = \dfrac{(k\Delta l - mg)(l + \Delta l)}{m} = 18,75$

$V \approx 4,33$ (m/s)

469 Một quả cầu khối lượng m được gắn vào đầu của một sợi dây, mà đầu kia của dây được buộc vào đầu một thanh thẳng đứng đặt cố định trên một mặt bàn quay nằm ngang như hình vẽ. Bàn sẽ quay với vận tốc góc ω bằng bao nhiêu nếu dây tạo với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 45^0$?

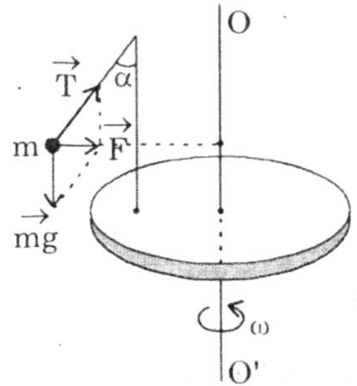


Biết rằng dây dài l = 6cm và khoảng cách của thanh thẳng đứng đến trục quay là r = 10cm.

(Trích đề thi tuyển sinh ĐH Dược Hà Nội – 1999)

Hướng dẫn

Vật m sẽ chuyển động tròn đều xung quanh trục quay OO' với bán kính $R = r + l\sin\alpha$



Tổng hợp 2 lực căng dây $\vec{T}$ và trọng lực $\vec{mg}$ là lực hướng tâm $\vec{F}$. Ta có :

$$\text{tg}\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{m\omega^2.R}{mg}$$

$$\rightarrow \quad \omega^2 = \frac{g.\text{tg}\alpha}{R} = \frac{g.\text{tg}\alpha}{r + l\sin\alpha}$$

$$\rightarrow \quad \omega \approx 8{,}4 \text{ rad/s}$$

470 Hai bình nối với nhau bằng ống có khóa. Thể tích hai bình lần lượt là $V_1 = 3l$ và $V_2 = 5l$ (kể cả phần ống nối). Bình thể tích V_1 chứa khí H_2, có áp suất $P_1 = 1$at, bình thể tích V_2 chứa khí He có áp suất $P_2 = 2$at.

Tính áp suất của hỗn hợp hai khí sau khi mở khóa, biết rằng nhiệt độ khí không đổi.

Hướng dẫn

Gọi P'_1 và P'_2 là áp suất riêng phần của mỗi khí sau khi mở khóa thì áp suất hỗn hợp hai khí trong bình là :

$$P' = P'_1 + P'_2$$

Theo định luật Bôilơ Mariốt :

$$P_1V_1 = P'_1(V_1 + V_2) \quad (1)$$

$$P_2V_2 = P'_2(V_1 + V_2) \quad (2)$$

Cộng (1) và (2) :

$$P_1V_1 + P_2V_2 = (P'_1 + P'_2)(V_1 + V_2)$$

$$\Rightarrow \quad P' = P'_1 + P'_2 = \frac{P_1V_1 + P_2V_2}{V_1 + V_2} = \frac{13}{8}\text{(at)}$$

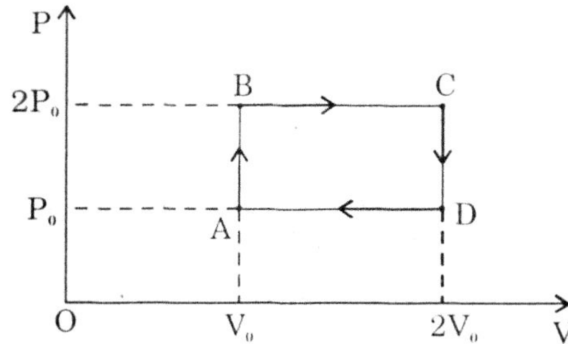
471 Một lượng khí lí tưởng thực hiện chu trình sau đây. Từ trạng thái A có các thông số P_o; V_o; T_o biến đổi đẳng tích đến trạng thái B có $P_B = 2P_o$; biến đổi đẳng áp đến trạng thái C có $V_c = 2V_o$ rồi biến đổi đẳng tích đến trạng thái D có $P_D = P_o$ và trở về A bằng quá trình đẳng áp.

Vẽ đồ thị của chu trình trong mặt phẳng P, V.

Tính các nhiệt độ của các trạng thái B, C, D. Tính công của chu trình.

Hướng dẫn

- Đồ thị của chu trình :



- Từ A sang B là quá trình đẳng tích nên :

$$\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \quad \Rightarrow \quad T_B = 2T_0$$

Từ B sang C là quá trình đẳng áp nên :

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C} \quad \Rightarrow \quad T_C = 4T_0$$

Từ C sang D là quá trình đẳng tích nên :

$$\frac{P_C}{T_C} = \frac{P_D}{T_D} \quad \Rightarrow \quad T_D = 2T_0$$

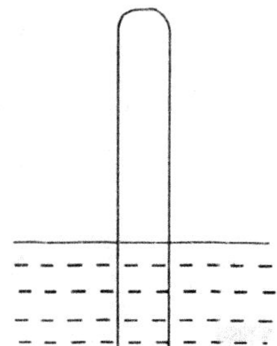
- Công của chu trình bằng diện tích hình chữ nhật ABCD :

$$A = P_0.V_0$$

472 Một động cơ nhiệt có nhiệt độ nguồn nóng là 200^0C, nhiệt độ nguồn lạnh là 60^0C. Công suất của động cơ đó là 15kW và tiêu thụ 10kg than trong mỗi giờ.

Biết năng suất tỏa nhiệt của than là $2,9.10^7$ J/kg.

Tính hiệu suất (thực) của động cơ và hiệu suất lí tưởng. So sánh hai hiệu suất này.



Hướng dẫn

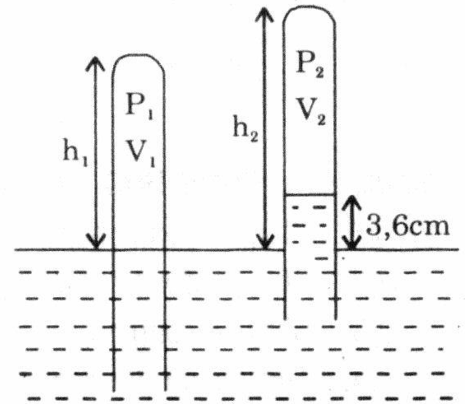
- Hiệu suất (thực) của động cơ :

$$H = \frac{A}{Q}$$

Với $A = P.t = 15.10^3.3600 = 5,4.10^7$ (J)

$$Q = m.q = 10.2{,}9.10^7 = 29.10^7 \text{ (J)}$$

Vậy : $H = \dfrac{5{,}4.10^7}{29.10^7} \approx 18{,}6\%$



- Hiệu suất lí tưởng của động cơ :

$$H_{max} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$= 1 - \frac{60 + 273}{200 + 273} \approx 29{,}6\%$$

So sánh : $H < H_{max}$.

473 Một ống thủy tinh tiết diện đều có một đầu kín, một đầu hở được cắm thẳng xuống chậu nước lúc mực nước trong và ngoài ống ngang nhau thì chiều dài phần ống ngoài không khí là 20cm.

Tính chiều dài phần ống này nếu muốn mực nước bên trong cao hơn bên ngoài ống là 3,6cm.

Biết áp suất khí quyển là 76cm Hg, khối lượng riêng của thủy ngân gấp 13,6 lần của nước và coi nhiệt độ không đổi.

Hướng dẫn

Theo định luật Bôilơ Mariốt : $P_1V_1 = P_2V_2$

Với : + $P_1 = P_o = 76\text{cm } H_g = 76 \times 13{,}6\text{cm } H_2O = 1033{,}6\text{cm } H_2O$

+ $V_1 = h_1 s = 20s \text{ (cm}^3)$

+ $P_2 = (P_o - 3{,}6)\text{cm } H_2O = (1033{,}6 - 3{,}6)\text{cm } H_2O = 1030\text{cm } H_2O$

+ $V_2 = (h_2 - 3{,}6)s \text{ (cm}^3)$

Vậy : $1033{,}6.20s = 1030.(h_2 - 3{,}6)$

$\Rightarrow \quad h_2 \approx 23{,}67 \text{ (cm)}.$

MỤC LỤC

Phần I : CƠ HỌC

Phần II : NHIỆT HỌC